EDM
(Elektronische Datenverarbeitung für Musik)

Modell kommunikationstheoretisch begründeter Musikanalysen

Münster 1979

Robert Werner

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552206_0027

Musikwissenschaft

E D M

(Elektronische Datenverarbeitung für Musik)

Modell kommunikationstheoretisch begründeter Musikanalysen

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der
P h i l o s o p h i s c h e n F a k u l t ä t
der
Westfälischen Wilhelms-Universität
zu
Münster (Westf.)

vorgelegt von

Robert Werner

aus Eger

(1979)

Tag der mündlichen Prüfung: 28.5.1979

Dekan: Prof. Dr. Maria Elisabeth Brockhoff
Referent: Prof. Dr. Maria Elisabeth Brockhoff
Korreferent: Prof. Dr. Helmut Werner

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

I N H A L T

	VORWORT	1
1	EINLEITUNG	3
1.1	Musik und EDV	3
1.2	EDV und Musikwissenschaft	4
1.2.1	Moderne Musikanalyse: Forderungen - Beispiele	4
1.2.2	Situation der computer-unterstützten Musikanalyse	5
1.2.3	Musik und Zeichentheorie	7
1.2.31	Kommunikationstheoretisches Modell der Musik	7
1.2.32	Gedanken zu einer musikalischen Syntax	14
1.2.4	Aufgaben der musikalischen Datenverarbeitung	17
2	PRINZIPIEN DER EINGABE-METHODE EDM	20
2.1	Aufgabe und Umfang der Methode	20
2.2	Technische Voraussetzungen	21
2.3	Maschineninterne Abbildung	21
2.4	Codierung	23
2.4.1	Inhalte - Begriffe - Sprache	23
2.4.2	Format - Code	24
2.5	Grenzen der Methode EDM	26
3	INTERNE ABBILDUNG	27
3.1	Allgemeine Codes in der internen Abbildung	27
3.11	Darstellung der Tonhöhe	27
3.11.1-5	Bestimmte Tonhöhen (Zeichencode/Zahlencode) - Pausen - Unbestimmte Tonhöhen - Sprechgesang	27
3.12	Darstellung musikalischer Zeitbegriffe in Zeit-Einheiten	30
3.121	Grundlagen	30
3.121.1	Tondauer - Einsatzpunkt	30
3.121.2	Einheit - Irrationaler Notenwert	31
3.122	Darstellung	34
3.122.1-3	Tondauern - Begrenzungspunkte - Betonung	34
3.123	Rückrechnung	35
3.2	Aufbau und Code der Strukturen der maschineninternen Abbildung	36
3.21	TK (Datei TKT)	36
3.211	Informationen - Aufbau der Struktur	36
3.212	Unterstrukturen - Elemente - Code	37
3.212.1-11	ZEITPUNKT - ART - WECHSEL - TAKTART - TEMPO - FLIESSENDE_TEMPOVERAENDERUNG - FREIER_TAKT - WIEDERHOLUNG/REPETITION - ANGABEN - UEBERLAGERUNG - Ende	37
3.22	TL (Datei TLN)	41
3.221	Informationen - Aufbau der Struktur	41
3.222	Unterstrukturen - Elemente - Code	42
3.222.1-11	TONNUMMER - TONHOEHE - TONDAUER - TONDAUER_UE - TONDAUER_FR - INSTRUMENT - ATTRIBUTE.ATK - ATTRIBUTE.GB - ATTRIBUTE.STF - TEXT - DOKUMENTATION	42
3.23	TH (Datei THA)	50
3.231	Informationen - Aufbau der Struktur	52
3.232	Unterstrukturen - Elemente - Code	52
3.232.1-2	ZAB - TOENE	52

3.24	ZK (Datei ZKG)	53
3.241	ZK - Ergänzung zu TH	53
3.242	Zusammenklang - Musiktheoretische Grundlagen	53
3.243	Unterstrukturen - Elemente - Code	57
3.243.1-9	BASSTON - KLANGBILD - AKKORD - AKKORDTYP - TONSUMME - TONZAHL - TONFOLGE - TOENE - FOLGE	57
4	EINGABE	63
4.1	Eingabe-Code	63
4.11	Zeichen	63
4.11.1-3	Tonhöhen - Tondauern - Sonderzeichen	63
4.12	Zeichengruppen	63
4.12.1-3	Tonhöhe - Notenwert - Einsatzpunkt	67
4.13	Verbundene Zeichengruppen	67
4.2	Datenarten	68
4.3	Werkbezeichnung	68
4.4	Zeitstruktur-Daten	68
4.41	Arten	68
4.42	Format - Kennzeichnung - Eingabefolge	68
4.43	Zeitstrukturdaten in verschiedenen Informationsarten	69
4.43.1-7	Taktart/Überlagernde Taktart - Tempo - Fließende Tempoveränderung - Freier Takt - Wiederholung/Repetition - Angaben allgemeiner Art/Name - Ende	69
4.5	Notations-Daten	75
4.51	Arten	75
4.52	Kennzeichnung - Eingabefolge	75
4.53	Bezeichnung des Instruments und der Transposition	75
4.54	Töne und Pausen	77
4.541	Format - Satz - Datenabschnitt	77
4.542	Datenabschnitt TON	77
4.542.1-7	Tonhöhe - Akkord - Flageolett-Griffnoten - Wiederholung - Folgesatz - Tonfolgen gleicher Dauer und Spielart - Tremolo	83
4.543	Datenabschnitt NOTEN	85
4.542.1-8	Tondauern - Vorschlag/Nachschlag - Lange Pause/Orgelpunkt - Wiederholung - Mehrere Noten gleicher Tonhöhe - Häufige Tonwiederholung - Einsatz-Angabe/Einsatz-Kontrolle - Hinweise auf besondere Verfahren	87
4.544	Datenabschnitt ATT	89
4.544.1-7	Freier Code - Ergänzte Attribute - Konstante und singuläre Attribute - Fest vereinbarter Code - Attributwechsel im Ton/Folgesätze - Wiederholung - Generalbaßbezifferung	89
4.545	Datenabschnitt TEXT	92
4.546	Sonderfälle - Sätze ohne Aufteilung in Datenabschnitte	92
4.546.1-6	Konkordanz - Satz-Wiederholung - Wiederholung des Datenabschnitts NOTEN - Wiederholungsgruppen/Ostinato - Vorzeichen - Kommentare	92

4.6	Attribut-Bestimmungskarten	94
4.61	Attributkatalog TL.ATK	94
4.62	Attribut-Interpretation	94
4.63	Format - Eintragungen	95
4.7	Zeitabschnitt-Karten	100
4.71	Wahl der Zeitabschnitt	100
4.71.1-2	Länge - Ausschnitte	100
4.72	Format - Eintragungen	100
5	UMWANDLUNGSPROGRAMM	103
5.1	Überblick	103
5.2	Arbeit mit dem Umwandlungsprogramm: Aufrufe - Ergebnisse	103
5.21-26	Step 1 - 6	103
5.3	Kontrollprogramme	111
5.31-33	PRF - ATREG - Output-Programme	111
5.4	Analyse-Hilfsprogramme	112
5.41-42	NE/DA/MS - EZ/ET	112
5.43-45	KT32/KT128 - TRA - SKAL	114
5.46	AK-Gruppe	116
5.47-48	DSE - RR	119
6	ANALYSEN	120
6.1	Tonhöhenverteilungen	120
6.1.1	Darstellungsweisen	120
6.1.2	Zählung unter veränderlichen Kriterien - Auswahlvergleich	126
6.2	Intervalle - Tonfolgen	133
6.2.1	Auswahlverfahren	134
6.2.2	Intervalle	142
6.2.3	Informationsmaße	143
6.2.4	Intervallketten	148
6.2.5	Übergänge - Übergangsketten	155
6.2.6	Weitere Intervall-Analysen	178
6.3	Zusammenklänge	178
6.3.1	Akkordtypen	178
6.3.2	Akkordfolgen	179
6.3.3	Dissonanzen	194
6.3.4	Harmonische Aktivität	195
6.5	Conclusio	202
7	ANHANG I	203
7.1	Eingabe-Systeme	203
7.1.1-4	Optische Eingabe - Eingabe mittels Datenträger - Eingabe mittels Keyboard - Eingabe elektroakustischer Signale	203
7.2	Bereits veröffentlichte Eingabe-Methoden	204
7.2.1-9	Ford-Columbia - Plaine and Easy Code - ALMA - Eingabe Jackson/Bernzott - Eingabe Forte - IML/MIR - WMN(Böker) - MUSTRAN - DARMS	205
8	ANHANG II Effektivität der Eingabemethode EDM	209
	ANMERKUNGEN	215
	LITERATURHINWEISE	222

TAFELN

1	A/B	Darstellung der Tonhöhen (Zeichencode/Zahlencode)	27/ 29
2		Darstellung musikalischer Zeitbegriffe in Zeit-Einheiten	32
3	A/B	Struktur TK (Aufbau/Code)	38/ 39
4	A/B	Struktur TL (Aufbau/Code)	44/ 45
4	C	Unterstruktur TL.DOKUMENTATION	49
5	A/B	Struktur TH (Aufbau/Code)	51
6	A/B	Struktur ZK (Aufbau/Code)	54/ 55
6	C	Harmonie (Akkord-Ableitung in ZK)	59
7		Eingabe-Code	64- 66
8	A-F	Zeitstruktur-Datenkarten	70- 72/ 74
9		Notations-Datenkarten Format	76
9	A	Instrument und Transpositionsvorschrift	76
9		Musica Theoretica (Notenbeispiel)	78/ 79
9		Beispiel-Codierung (Musica Theoretica)	80- 82
9	B-E	Datenabschnitte TON / NOTEN /	84/ 86
		ATT - Besondere Sätze	91/ 93
10	A/B	Attribut-Bestimmung (Attributkatalog/Bestimmungskarten)	96- 99
11		Zeitabschnitt-Karten	101
12		Umwandlungsprogramm (Übersicht)	102
13	A-F	Steps des Umwandlungsprogramms	104-110
14		Kontrollprogramme	111
15	A-F	Analyse-Hilfsprogramme	113/115 117-119
16		Steuerung Intervallauswahl	136

ABBILDUNGEN

1	Kommunikationsschema (Shannon/Weaver)	10
2	Kommunikationsschema Musik (R.W.)	11
3	Tonhöhen-Tondauer-Matrix (Bach)	121
4	Diagramme zu Tonhöhenverteilung (Bach, Webern)	122
5/6	Tonhöhen-Ranglisten (Bach)	124/125
7	Tonhöhenverteilung (Auswahlvergleich, Bach)	128/129
8/9	Tonhöhenverteilungen (Honegger)	130/131
10	Tonhöhenverteilungen (Webern)	132
11	Intervalle (Honegger)	137
12	Intervalle (Bach)	138/139
13	Intervalle (Webern)	140/141
14	Entropieberechnungen - Mikroästhetische Maße	146
15	Intervallfolgen graphisch	149/150
16	Intervallketten (Bach, 4-fach)	152
17	Intervallketten (Bach, 8-fach)	153
18	Intervallketten (Bach, 4-fach, nur Stufen)	156
19	Intervallketten (Bach, 8-fach, nur Stufen)	157
20	Intervallketten (Honegger, 3-fach)	158
21	Intervallketten (Webern, 3-fach)	159

22	Intervallketten (Hindemith, 3-fach, nur Stufen)	160/161
23	Übergangstabelle (Bach, von Tonleiterstufen ausgehend)	162-165
24	Übergangstabelle (Bach, Tonartstufen im Mittelpunkt der Intervallfolge)	166-168
25	Übergänge (Webern)	169
26	Übergänge (Hindemith)	170-172
27	Übergänge (Webern)	173
28	Übergänge (Honegger, Übergangston Mitte)	174
29	Intervallketten (Bach, 4-fach, von bestimmten Anfangstönen aus)	175-177
30	Klänge (Hindemith, Klangkategorien)	180-183
31	Akkordfolgen (Bach)	184
32	Akkordfolgen (Hindemith)	185-187
33	Dissonanzauflösung (Webern, Honegger)	188
34 - 37	Dissonanzprofile (Webern, Bach, Honegger)	189-191 192/193
38 - 41	Harmonische Aktivität (Hindemith, Bach, Webern, Honegger)	196-198 199-201
42	Codierungsvergleich	210-213
43	Notenschrift und Codierung (Statistik)	214

V O R W O R T

Jede Wissenschaft ändert und erweitert ihre Methoden im Lauf der Zeit. Einerseits passen sich die Arbeitsweisen den neuen, veränderten Zielsetzungen der Forschung an, andererseits aber eröffnen oft erst neue Methoden den Blick für weitere Aufgaben und neuartige Ansatzpunkte.

In der Musikwissenschaft ist das nicht anders. Trotz vieler Einwände, die mit ästhetischen Bedenken begründet werden, erwachte auch hier im letzten Jahrzehnt der Sinn für eine sachneutrale, den Naturwissenschaften und der Linguistik nachempfundene "exaktwissenschaftliche" [1]) Behandlung der musikalischen Forschungsobjekte. Konsequenterweise versuchte man auch die methodischen Hilfsmittel anderer Wissenschaften, u.a. die elektronische Datenverarbeitung, zu nutzen.

Leider erfüllte nicht in allen Wissenschaften die Datenverarbeitung die in sie gesetzten Hoffnungen. Auch in der Musikwissenschaft nahm das Interesse an der EDV nach einer Flut von Veröffentlichungen in den Jahren 1967-72 wieder merklich ab. Daraus den Schluß zu ziehen, daß der Computer letztlich doch ungeeignet sei für die Anforderungen musikalischer Untersuchungen, halte ich für voreilig und unrichtig. Ich neige eher dem gegensätzlichen Standpunkt zu, daß nämlich einige Forschungsaufgaben in der Musik gar nicht ohne Computer lösbar sind, besonders, wenn man Musik unter dem Blickwinkel der Informationstheorie bzw. der Kommunikationswissenschaften betrachtet.

Daß die bisher veröffentlichten Analyse-Methoden den Fragestellungen nicht genügen konnten, ist auf musiktheoretische und methodische Unzulänglichkeiten zurückzuführen: Im Mittelpunkt steht immer die Eingabe, d.h. die Übertragung des meist notenschriftlichen Quellenmaterials in das Zeichenset der Datenverarbeitung, und nicht die Speicherung und Verwendungsfähigkeit des aufbereiteten Materials in der Rechenanlage. Die Effektivität ist gering, da alle Analysen am Nullpunkt, mit der Eingabe des Materials beginnen. Die Eingabe-Methoden sind weder in der Lage, die gesamte Informationsbreite der Notenschrift zu übernehmen, noch das Bezugsfeld Partitur in der Maschine widerzuspiegeln.

Mit der Eingabe-Methode EDM biete ich eine Grundlage für die EDV-unterstützte musikalische Analyse an, die sich an den Anforderungen der zeichentheoretischen Aufgabenstellung, einer klaren, rationellen Methodik und der allgemeinen Musiktheorie orientiert.

Die Grund-Idee ist, den Gesamtprozeß der Analyse in einen Vorbereitungsteil und die eigentliche Analyse zu trennen. Die Stufe der Vorbereitung wird so umfassend und gründlich durchgeführt, daß alle anstehenden Untersuchungen auf ihr aufbauen können und möglichst einfach zu gestalten sind. Dadurch genügt die einmalige Herstellung des Datenmaterials - Codierung des Notentextes auf Datenträger und anschließende Umwandlung und Speicherung des Eingabematerials - ; dann steht für die Wissenschaft die ganze Skala von Informationen, die zu einem musikalischen Werk gegeben sein können, ständig in unmittelbar verwertbarer Form zur Verfügung.

Die Grundvorstellung von den Eigenschaften des aufbereiteten Materials, der "(computer-)internen Darstellung", richtet sich nach den allgemein wissenschaftlichen und speziell musikwissenschaftlichen Prinzipien: 1. Die Partitur muß in der Maschine als Bezugsfeld von Tönen in Erscheinung treten und nicht nur als Auflistung von einzelnen Noten. Die "EDV-Partitur" muß eine genau so gute Abbildung der Musik sein wie die notenschriftliche. 2. Die Übernahme der Informationen aus der Partitur in die Maschine muß das Siegel der Unverfälschtheit und Vollständigkeit tragen. 3. Die Informationen sind in rechenfreundliche, kompakte Daten umzuwandeln bei strikter Wahrung der Bedeutung der Zeichen. 4. Die Eingabe und die Benutzung der ganzen Methode muß möglichst rationell, übersichtlich und sicher sein.

Die entwickelte Methode erlaubt nun Analysen auf breitester Basis, sowohl von Art, Umfang und Stilrichtung der Werke als auch von den analytischen Ansatzpunkten her.

Obwohl es für mich interessanter gewesen wäre, ein einziges Problem intensiv auszuloten, demonstriere ich das weite Spektrum der Methode durch mehrere zwangsläufig zusammenhanglose Untersuchungen, die Anregung für weitere vielseitige Arbeiten aufgrund meiner Methode sein sollen. Der Versuch, die Analysen informationstheoretisch aufzuarbeiten, ist ebenfalls weniger als fertiges, gültiges Ergebnis zu sehen denn als Schritt am Anfang einer noch ungewohnten, neuen Sicht der Ereignisse.

Die Arbeit wurde von Frau Prof.Dr.Maria Elisabeth Brockhoff betreut. Ihr Interesse an neuen Zielen und Methoden, das sich u.a. in der Bevorzugung aktueller Themen in ihrer Lehrtätigkeit sowie in der Pflege interdisziplinärer Kontakte dokumentiert, war mir Anregung und Hilfe. Besonderer Dank sei Herrn Dr.Wolfgang Slaby, der mich als Problemberater am Rechenzentrum der Universität Münster in die EDV-Arbeitstechniken einführte und, auch auf musikalischem Gebiet fachkundig, mir am Anfang der Arbeiten viele wichtige Hinweise gab. In meinen Dank seien auch die Mitarbeiter des Rechenzentrums, die Operateure und Berater, die mich stets freundlich unterstützten, eingeschlossen.

1 EINLEITUNG

1.1 Musik und EDV

"Wollen Sie komponieren?" - Wie oft mußte ich während der Arbeit am Projekt EDM diese Frage beantworten!

Nein, ich hatte niemals vor, mit Hilfe der Rechenanlage Kompositionen zu produzieren, Kompositionen, deren einziger Reiz im Untertitel "Made in RUM" oder in einer Widmung "Für und mit der altehrwürdigen Rechenanlage Trixi des RUM der WWU" bestanden hätte. Nein, dem RUM (Rechenzentrum der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster) blieb diese Erweiterung des Aufgabenbereichs erspart.

Warum weckt die Verbindung der Begriffe "Musik" und "Elektronische Datenverarbeitung" allgemein zunächst die Assoziation der Computer-Komposition? Der Grund liegt wahrscheinlich darin, daß der erste Einsatz moderner Rechenanlagen im Zusammenhang mit Musik dem Ziel der Komposition diente [2], und daß die als paradox empfundene Kopplung der "gefühlsbetonten, irrationalen" Welt der Musik mit der "streng logischen, rationalen" der Technik, noch dazu des Computers mit seinen unbegreiflich erscheinenden Möglichkeiten, den populären Effekt nicht verfehlte.

Da ich nicht komponieren will, wäre die weitere Erörterung der Sache eigentlich überflüssig, zeigten nicht die Probleme, die bei der Computer-Komposition auftreten, deutlich die Stellen der Musikwissenschaft, die der Geograph als "weiße Flecken auf der Karte" bezeichnen würde, und ergäben sich nicht Fragestellungen, von deren Lösung wir noch weit entfernt sind und die wohl nur mit dem Einsatz moderner Methoden, u.a. mit der EDV, zu lösen sind.

Im Prinzip gibt es für den datenverarbeitenden Komponisten drei Wege der Komposition mit dem Computer (Zwischenlösungen sind denkbar):

Der erste Weg führt über den Zufall. Aus ihm gewinnt der Komponist - ist er es noch? - seine Daten, seine Regeln für die Zusammenstellung des Tonmaterials. Wo bleibt die Information, die in der selektiven Auswahl liegt [3], außer der über den Zufall selbst?

Der zweite Weg führt über feste, in Algorithmen strukturierte Regeln für die Behandlung des Tonmaterials, die der Komponist durch sein Programm der Rechenanlage mitteilt. Im allgemeinen weichen die Regeln von denen der traditionell erfundenen Musik ab, sind inspiriert von der Welt der Mathematik, der Logik, der Datenverarbeitung. In diesem Fall beherrscht der Komponist sein Medium, er ist der Kommunikationspartner des Hörers, nicht die Maschine. Aber es bleiben Fragen offen: Sind die meist durch außermusikalische Ordnungsprinzipien intendierten Grundlagen einer solchen Komposition wirklich im Kern musikalisch und daher durch Hören erfahrbar? Oder lassen sich die inneren Gesetze der so entstandenen Komposition nur über die Hilfsmittel Auge und Partitur erkennen? Daß in der seriellen Technik auch ohne Computer z.T. genau so schematisch und automatisch verfahren werden kann, entkräftet die Frage nach der Akzeptabilität, nach der Möglichkeit der Wahrnehmung durch den Hörer nicht.

Eine ernst zu nehmende Variante bietet die Komposition nach Algorithmen, wie sie G.M.Koenig erdacht hat und anwendet [4]). Der Autor beschrieb seine Vorstellung der Komposition mit Hilfe von Rechenanlagen auf Vorträgen etwa so: Komponieren sei z.T. rational erfaßbares Ausarbeiten einer Idee, die Arbeit an einer Komposition enthalt viele gleichartige, sich wiederholende Schritte, die nach Regeln zu vollziehen seien. Er finde es richtig, das "Rationalisierbare zu rationalisieren" und die mechanische Tätigkeit im Kompositionsprozeß durch die Maschine ausführen zu lassen.

Der dritte Weg der Computer-Komposition besteht in der Nachahmung bereits vorhandener Musik. Der Komponierende stellt ein Register von Normen zusammen, die in der Musik einer bestimmten Epoche oder eines Komponisten Gültigkeit besitzen. Die Maschine erzeugt Zufallstöne, die mit den eingegebenen Normen verglichen und daraufhin verworfen oder in die Komposition eingebaut werden [5]).

Obwohl bereits Kompositionen dieser Erzeugungsart veröffentlicht wurden, ist die nachahmende Komposition derzeit noch Utopie und überhaupt nicht durchführbar, es sei denn, der "Kompositions"-Rahmen bewegt sich in engsten Schablonen, wie bereits Mozart es in seinem musikalischen Würfelspiel [6]) vorführte. Die Rechenanlage braucht zur Erarbeitung richtiger, befriedigender Ergebnisse Angaben quantitativer Art. Qualität ist bewußter Gebrauch von Quantitäten. Wo aber findet sich eine quantitativ genaue Analyse eines einzigen Musikwerks oder gar eine synoptische Analyse für eine Reihe von Werken eines Stils?

Also hätte die Analyse per Computer der Komposition per Computer vorausgehen müssen. Man hätte, um mit den Worten G.M.Koenigs zu sprechen, zuerst das Rationale, das Rationalisierbare in der Musik herausfinden, Mikrostrukturen gründlicher aufdekken sollen. Um nicht mißverstanden zu werden: Die musikalische Analyse ist kein vorbereitender Schritt zur EDV-Komposition. Eine richtige Komposition als Folge der Analysen fände allein ihren Wert in der Bestätigung der Analysen.

1.2 EDV und Musikwissenschaft

1.2.1 Moderne Musikanalyse: Forderungen - Beispiele

Nach Jahrzehnten der Bestandsaufnahme erging sich die Musikwissenschaft in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts im Historischen, in der Suche nach Wertung und Bedeutung, die das Richtmaß für jede Klassifizierung wurde.

Nicht wenige versuchten die eingeschlagene Richtung zu korrigieren. Aus der Vielzahl der Stimmen seien einige - pars pro toto - herausgegriffen, deren Bedeutung für Münster evident ist.

M.E.Brockhoff (1949) forderte auf dem Basler Kongreß der Internationalen Gesellschaft für Musikwissenschaft: "Eine Musikanalyse muß die rein wissenschaftlich erfaßbaren Kriterien des Musikwerks herauslösen und darstellen, ohne die so oft übliche Vermischung mit aesthetischen Interpretationen .... Der wissenschaftlich erfaßbare Teil muß so objektiv wie möglich dargestellt werden und erst aufgrund exakter Analysen kann der Versuch einer synthetischen Interpretation unternommen werden, die

als notwendig subjektive Ansicht klar erkennbar und getrennt sein soll vom faktischen Tatbestand." 7)

Heute würde man lediglich "moderner" formulieren. Man würde deutlicher auf den Unterschied zwischen Zeichen und Bedeutung der Zeichen aufmerksam machen, vielleicht das Wort "exakt" mit "quantitativer" Auswertung in Beziehung setzen. Im Kern sind die Forderungen nach Trennung der Analysen in einen sachneutralen, nur die Ordnungsprinzipien der Zeichen sichtenden Teil und die subjektive Interpretation der gewonnenen (Meß-)Ergebnisse ohne Abstriche gültig.

Jahre später schrieb W.F.Korte (1964) einen programmatischen Aufsatz "Struktur und Modell als Information in der Musikwissenschaft" 8), in dem er die Ablösung der traditionellen Formenlehre durch das von ihm entwickelte strukturwissenschaftliche Modell vorschlug. Die von Korte eingeführten Begriffe und Anschauungshilfen sind genauer als die alten Bezeichnungen, sie erlauben durch den Wegfall vorgefaßter Schemata eine individuelle Beschreibung der formalen Strukturierung eines Werks. Eine Ausweitung der Idee Kortes über den formalen Aspekt hinaus hätte der "Strukturwissenschaft" den Rang einer musikwissenschaftlichen Grundlagenforschung einbringen können.

Solche neuen Ansätze stehen natürlich nicht unmittelbar mit einer computer-unterstützten Musikanalyse im Zusammenhang. Aber der Trend zur sachbezogenen Analyse bereitet den Einsatz der Rechenanlage vor. Die Forderung, alle geeigneten Hilfsmittel für Analysen einzusetzen und die Analysen "exakt" durchzuführen, schließt den Computer - unbewußt - mit ein.

Einen nicht zu unterschätzenden Anstoß erhielt die Musikwissenschaft von außen durch den Physiker W.Fucks. Nach einigen vorbereitenden Aufsätzen 9) veröffentlichte er zusammen mit J.Lauter 1965 die Schrift "Exaktwissenschaftliche Musikanalyse". Fucks versteht die Formalstruktur musikalischer Werke anders als Korte, ganz allgemein als die Ordnung der musikalischen Zeichen, ablesbar in der Niederschrift der Partitur. Er führt die Statistik in die Musikwissenschaft ein und unterwirft die Meß-Ergebnisse der Partitur-Auswertung mathematischen Prozeduren. Die Ergebnisse sollen keinen Zusammenhang mit dem Gehalt der Musik zeigen. Praktischen Wert bringen sie als latente Stilmerkmale. Fucks' Schrift ist für eine informationstheoretische Betrachtung der Musik richtungweisend. Man kann darüber streiten, ob die Erforschung musikalischer Ereignisse mit anderen statistischen Grundvoraussetzungen nicht besser vorankäme. Jedoch bringt Fucks in die Musikwissenschaft eine neue Dimension.

Fucks wird es bei seinen Arbeiten selbst als Mangel empfunden haben, daß er auf zu wenig Ausgangsmaterial zurückgreifen konnte. 1000 Noten eines Streichquartetts von Beethoven auszuzählen ist ein großes Stück Arbeit, für eine aufschlußreiche Statistik sind aber größere Datenmengen erforderlich. Fucks scheint ohne Computer gearbeitet zu haben, und wenn doch, dann wohl mit einem zu umständlichen Eingabe-Verfahren. Seine Methode erzwingt den Einsatz von Rechenanlagen.

1.2.2 Situation der computer-unterstützten Musikanalyse

Zur gleichen Zeit etwa wie Fucks' bedeutende Schrift erschienen

die ersten Berichte über Musikanalysen mit Hilfe des Computers. Schon 1967 bzw. 1970 konnten Heckmann sowie Lincoln und auch Brook in ihren Anthologien zum Stand der musikalischen Datenverarbeitung eine Reihe interessanter Veröffentlichungen vorweisen.

Aber es arbeiteten am Problem der EDV-Analyse kaum Musikwissenschaftler, vielmehr musikinteressierte Techniker bzw. Informatiker. Ihr Ausgangspunkt ist - von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen - dem von Fucks diametral entgegengesetzt. Arbeitet dieser an einer neuen Idee ohne geeignetes Hilfsmittel, so haben die Computer-Forscher zwar die Technik, aber sie automatisieren im allgemeinen nur die alten Methoden zu den alten Fragestellungen.

Recht ergiebig erscheinen zunächst mechanische Arbeiten wie die Übertragung von Tabulaturen [10], die Zusammenstellung von Katalogen (z.B. Incipits [11])) oder einfache analytische Zählungen musikalischer Tatbestände wie Akkorden [12].

Daß die EDV neue Aufgaben und Fragen herausfordert, erkennt dagegen z.B. G.W.Logemann (1967). Seine bekannt gewordene Untersuchung zum Kanon II "Quaerendo invenietis" aus dem "Musikalischen Opfer" kann gleichermaßen als Beweis für die Brauchbarkeit des Computers zu Musikanalysen wie auch als abschreckendes Beispiel für fehlerhafte Methoden gewertet werden. Bach gibt zu seinem zweistimmigen Rätselkanon nur an, daß die zweite Stimme in Gegenbewegung geführt wird, verschweigt aber den Einsatzpunkt. Üblich ist der Einsatz auf dem zweiten Viertel des vierten Takts, trotz einiger Härten im Zusammenklang. Logemann sucht den Einsatzpunkt zu errechnen, der im weiteren Verlauf den größten Gewinn an Konsonanz bringt, und ermittelt als günstigste Lösung den Beginn der zweiten Stimme im neunten Takt auf dem zweiten Viertel. Realisiert klingt sein Vorschlag merkwürdig farblos und ausgesprochen stilwidrig. Wo lag der Fehler? Er war, z.T. mangels einer brauchbaren Eingabemethode, vor allem aber wegen der Vernachlässigung kompositorischer Regeln vorprogammiert: Logemann, d.h. sein Programm, kennt nur die chromatische Leiter, also sind übermäßige Sekund und kleine Terz das gleiche, als konsonant geltende Intervall; weder kontrapunktische Gesetze (z.B. Verbot der Quintparallelen in der Zweistimmigkeit) noch harmonische Verläufe finden im Programm einen Niederschlag. Die "Lösung" resultiert aus dem Programm: die Konsonanz ist gefunden, die schlüssige Harmonie fehlt. Trotz aller Einwände ist Logemanns Versuch ein Argument für die Möglichkeit, musikwissenschaftliche Erfahrungen und Grundsätze in ein Computer-Programm einzubringen und mit Hilfe des Computers Auswertungs- bzw. Zählarbeiten auszuführen. Logemanns Fehler fordert dazu auf, das gesamte Repertoire von Informationen über Musik für solche Untersuchungen EDV-gerecht verfügbar zu machen.

In Deutschland veröffentlichte vor wenigen Jahren N.Böker-Heil interessante Ergebnisse aus Arbeiten über Werke, die in weißer Mensuralnotation niedergeschrieben sind. Er deckt typische Kompositionsmerkmale im Mikrobereich auf, z.B. hervorstechende Intervalle oder Verlauf der Dissonanzdichte. Seine Methoden entsprechen denen einer sachneutralen, exaktwissenschaftlichen Behandlung, und seine Ergebnisse können sich, dank einer guten Eingabe, auf gesichertes Material stützen. Leider ist seine Eingabemethode WMN nicht auf neuere Notationen übertragbar [13].

Abgesehen von Böker-Heil, der in seinem Spezialgebiet zu einer methodisch und praktisch durchdachten Computer-Analyse gelangte, fehlt es nach Jahren der Versuche immer noch an einer Methodik der computer-unterstützten Musikanalyse, die mir unerläßlich erscheint. Zwar löst man kleinere Probleme mehr oder weniger elegant und folgerichtig. Auch erörtert man die Möglichkeit der Eingabe der Notation, d.h. die Codierung der Notation, breit und ausführlich. Aber Kernprobleme der Verfahrensweise, wie Speicherung, Art und Weise der Abbildung der Partitur in der Rechenanlage, Austauschbarkeit des Materials usw., die die wissenschaftliche und praktische Effizienz der EDV-Analyse erst garantieren könnten, bleiben weitgehend außerhalb der Diskussion. [14])

1.2.3 Musik und Zeichentheorie

Verwunderlich ist der stockende Fortschritt der Datenverarbeitung in der Musikwissenschaft allerdings nicht, wenn man bedenkt, welches Mißtrauen der "exaktwissenschaftlichen" Behandlung ästhetischer Objekte entgegengebracht wird. Was U.Dibelius 1966 beklagte, daß nämlich die Anwendung der Informationstheorie auf die Musik und der Versuch, die Übermittlung von Musik genauer zu untersuchen, von Komponisten und Hörern als "unstatthafter Eingriff" [15]) angesehen wird, das gilt auch heute noch, Musikpädagogen und Musikstudenten weitgehend eingeschlossen.

Vielleicht fehlt die übergreifende Methodik der Computer-Analyse nicht zuletzt deshalb, weil bislang nach keine umfassende theoretische Darstellung der Musik als Zeichensystem vorhanden ist.

Eine erste, auf reichhaltigem Material gründende Arbeit zu diesem Thema legte kürzlich R.Schneider mit seiner Dissertation "Darstellung und Kritik der Semiotik der Musik" vor. Er bringt eine gute Übersicht über die Ansatzpunkte zu einer zeichentheoretischen Behandlung der Musik und stellt die sichtbaren Widersprüche deutlich heraus. Allerdings vermag ich weder seinen "Bedenken dagegen .., die Musik als Zeichensystem aufzufassen" zu folgen, noch kann ich die Feststellung akzeptieren, die Semiotik der Musik sei "ungeeignet, spezifisch musikalische Fragestellungen aufzugreifen" [16]). Ich glaube, daß viele ungelöste Fragen der Musik und ihrer Wissenschaft nur unter semiotischen Aspekten einer sinnvollen Antwort nähergebracht werden können.

1.2.31 Kommunikationstheoretisches Modell der Musik

C.W.Morris schreibt in "Grundlagen der Zeichentheorie" [17]): "Die hier vertretene Konzeption läßt sich auf alle Zeichen anwenden, so einfach oder komplex sie auch sein mögen; ...."

Seine Ansicht fordert dazu heraus, dem bekannten Kommunikationsschema von C.E.Shannon und W.Weaver (Abb.1)[18]) eine Übertragung auf die Verhältnisse im Kommunikationssystem Musik gegenüberzustellen.

Das Ergebnis meiner Übertragung (Abb.2) zeigt die verwickelten Zusammenhänge im Zeichen- und Nachrichtensystem Musik, ohne sich in letzte Einzelheiten zu verlieren. Die Schematisierung beschränkt sich auf die typische Situation des Musikkonsumenten,

des Hörers im Konzert oder vor technisch-akustischen Übertragungsmedien, die ihm, Ziel einer One-Way-Communication, wenig oder keine Rückantwort an die Senderseite gestatten. Die Darstellung der rückkoppelnden musikalischen Kommunikation (z.B. gemeinschaftliches Musizieren) oder der Auto-Kommunikation (Selbstbeschäftigung mit Musik) wäre ebenso interessant [19]; diese Aspekte des musikalischen Nachrichtenaustausches bringen aber für die zeichentheoretische Betrachtung der Musik wenig andere, neue Gesichtspunkte.

Die Musik ist nicht das einzige Kommunikationssystem, in dem die Entstehung einer Nachricht an einen komplexen Prozeß gebunden ist; auch in anderen Bereichen ist es denkbar bzw. üblich, daß die Nachricht, bevor sie auf den Weg zum Empfänger geht, aus mehreren Quellen gespeist wird. [20] In der Musik aber hat sich, aus spezifischen sachlichen Bedingungen heraus, ein Beziehungssystem "musikalische Nachricht" entwickelt, das eine gewisse Allgemeingültigkeit gewann.

Die Medien des Komponisten, die Werkzeuge, die er zur Übermittlung seiner Nachricht an den Hörer braucht, haben nicht nur dienende Funktion, sie kontrollieren bzw. ergänzen den schöpferischen Vorgang. Schon wenn sich die Intention des Komponisten - trotz all Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren als Einheit angesehen - in der Partitur niederschlagen soll, unterliegt der erste Schritt der Übermittlung der musikalischen Nachricht an die Umwelt dem Einfluß des Partiturbildes. Die Wechselwirkung zwischen Partitur und Kompositionsprozeß ist unterschiedlich stark, stärker bei Kompositionen in serieller Technik als bei solchen im Dur-Moll-System, stärker wohl bei Bach als bei Mozart. [21]

Das zweite Medium des Komponisten, sein Interpret, besitzt eine mächtige Position in der Doppelfunktion als Sender und als weitere, oft sehr wirkungsvolle Nachrichtenquelle. (Unter diesem Blickwinkel sollte man die Probleme der "Werktreue" oder des Virtuosentums diskutieren.) Unüberschaubar sind die Wechselbeziehungen innerhalb einer Interpretengruppe und die daraus resultierenden Einwirkungen auf das musikalische Werk.

Auf der anderen Seite des Nachrichtenkanals fällt dem Zuhörer ebenfalls eine Doppelfunktion zu: er ist zugleich Empfänger und Nachrichtenziel bzw. Nachrichtensenke [22]. Als Empfänger nimmt er mit seinen Sinnesorganen die an ihn herangetragenen akustischen Signale auf; als Nachrichtenziel reagiert er auf die wahrgenommenen Nachrichten, physisch, psychisch oder intellektuell, oft auf allen drei Ebenen zugleich, wenn auch mit unterschiedlicher Heftigkeit. Die Reaktion kann sich bewußt oder unbewußt, mehr körperlich oder mehr verstandesmäßig orientiert vollziehen. Im sprachlichen Bereich ist die intellektuelle Reaktion am stärksten, im musikalischen ist es umgekehrt, die Hörer lassen sich nahezu ausschließlich physisch oder unbewußt psychisch ansprechen. Die Reaktionssphären genauer voneinander abzugrenzen, erscheint übrigens kaum möglich. [23]

Bemerkenswert ist, daß der strapazierteste Begriff der Kommunikationswissenschaft, der des Code, im Modell von Shannon/Weaver fehlt. (Die entsprechenden Ergänzungen in Abb.1 berufen sich auf Maser, der sie in dieser Form Shannon/Weyver zuschreibt. [24]) Der Sinn von Repertoire und Code ist nicht ganz

deckungsgleich, aber der Unterschied ist zu unerheblich, um beide im Modell nicht gegeneinander auszutauschen.

Bevor die Begriffe Code, Repertoire, Codierung und Decodierung in das Umfeld der musikalischen Nachrichten übertragen werden können, ist eine Klärung der Kernsubstanz der Ausdrücke nötig. Shannon beschreibt nur allgemein den Vorgang der Codierung, der "Transformation von Nachrichten aus einer Sprache (Repertoire und Regelsystem) in eine andere (Maser [25])), sowie den rückläufigen Weg der Decodierung. Infolge des universellen Charakters seiner Theorie [26]) vermeidet er es, die Bedeutung des Codes oder den Inhalt der Nachrichten anzusprechen.

Die Transformation von Nachrichten geschieht aber immer mit der Absicht, Inhalte weiterzureichen, und wenn wir die Musik in die Informationstheorie einbeziehen wollen, müssen wir die Musik als Zeichensystem, als Sprache im weitesten Sinn mit "Repertoire und Regelsystem" auffassen, worin Inhalte vermittelt werden.

Eco erklärt den Code - eine genaue Definition hält er übrigens für unmöglich - als "Kompetenz des Sprechens" [27]); ich möchte diese Sprachkompetenz als Verfügbarkeit über Inhalte und zugeordnete Zeichen interpretieren. Die Inhalte, die die Sprache weiterreichen kann, lassen sich relativ genau umreißen; aber welche Inhalte übermittelt Musik, über welche Inhalte verfügen Musiker und Hörer?

Die Meinungen reichten weit, von Hanslicks so oft mißverstandener Formel "Inhalt ist Form" bis zum Glauben der Hermeneutiker, der Inhalt der Musik sei im seelischen Erlebnis zu suchen. Es gibt differenziertere Ansichten. Eggebrecht benutzt den Ausdruck "Gehalt" für das, was "nicht der rein musikalische Sinn ist, mehr ist als er" [28]). Dagegen bringt R.Ingarden den Gehalt der Musik mit "Ausfüllungsmöglichkeiten" der "Unbestimmtheitsstellen" der Partitur in Zusammenhang [29]). Bengtsson bewertet das Wort "Inhalt" als bloße Sammelbezeichnung für alle Komponenten"dessen, was die Mitteilung kommuniziert" [30]).

Leider wurde der Inhalt der Musik zu oft im außermusikalischen, möglichst sprachlich formulierbaren Bereich gesucht. Auch vor dem Einfluß linguistischer Vorstellungen entwickelte man Methoden der Musikausdeutung, die man als semantische Modelle ansehen darf. Natürlich hatte dies einen Sinn im Falle der Kopplung der Musik an nichtmusikalische Ereignisse oder Vorstellungen, z.B. in der Programm-Musik, in Textvertonungen oder anderer funktionaler Musik. Musik solcher Art hat zweifelsohne eine semantische Ebene, eine Bedeutung, genauer: ihr kann eine nichtmusikalische Bedeutung zugemessen werden. Die Deutbarkeit von Musik in dieser Weise ist über den Vorgang einer Substitution, die Verbindung zu einem sprachlichen Subcode [31]) der funktionalen Musik zu erklären. Aber einen musikalischen Code, der das "Verstehen" [32]) von Musik ermöglicht, allein auf das Verstehen der der Musik assoziierten begrifflichen Bedeutung zu beziehen, halte ich für unzureichend. Ein einziges Argument: Besäße nicht Musik eine eigene, nur ihr vorbehaltene Informationsmöglichkeit, so wäre es ohne Interesse, sich zur Vermittlung eines auch sprachlich wiederzugebenden Inhalts des Mediums Musik zu bedienen [33]). Erst die Verbindung mit der musikalischen Information macht das Programm, den Inhalt so reizvoll.

Abb.1 Allgemeines Kommunikationsschema nach C.E.Shannon und W.Weaver in der Form von S.Maser

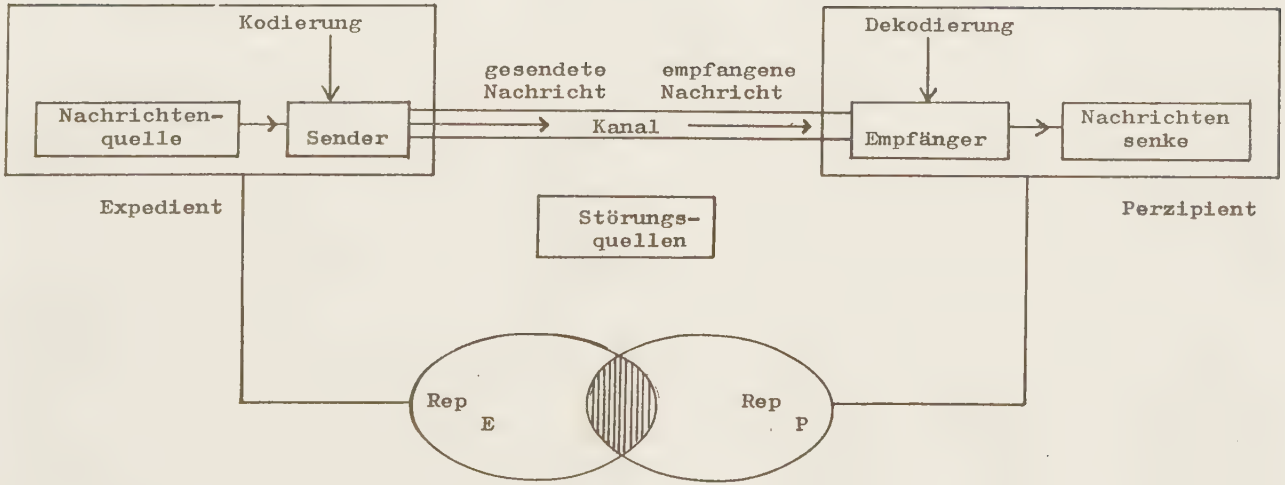
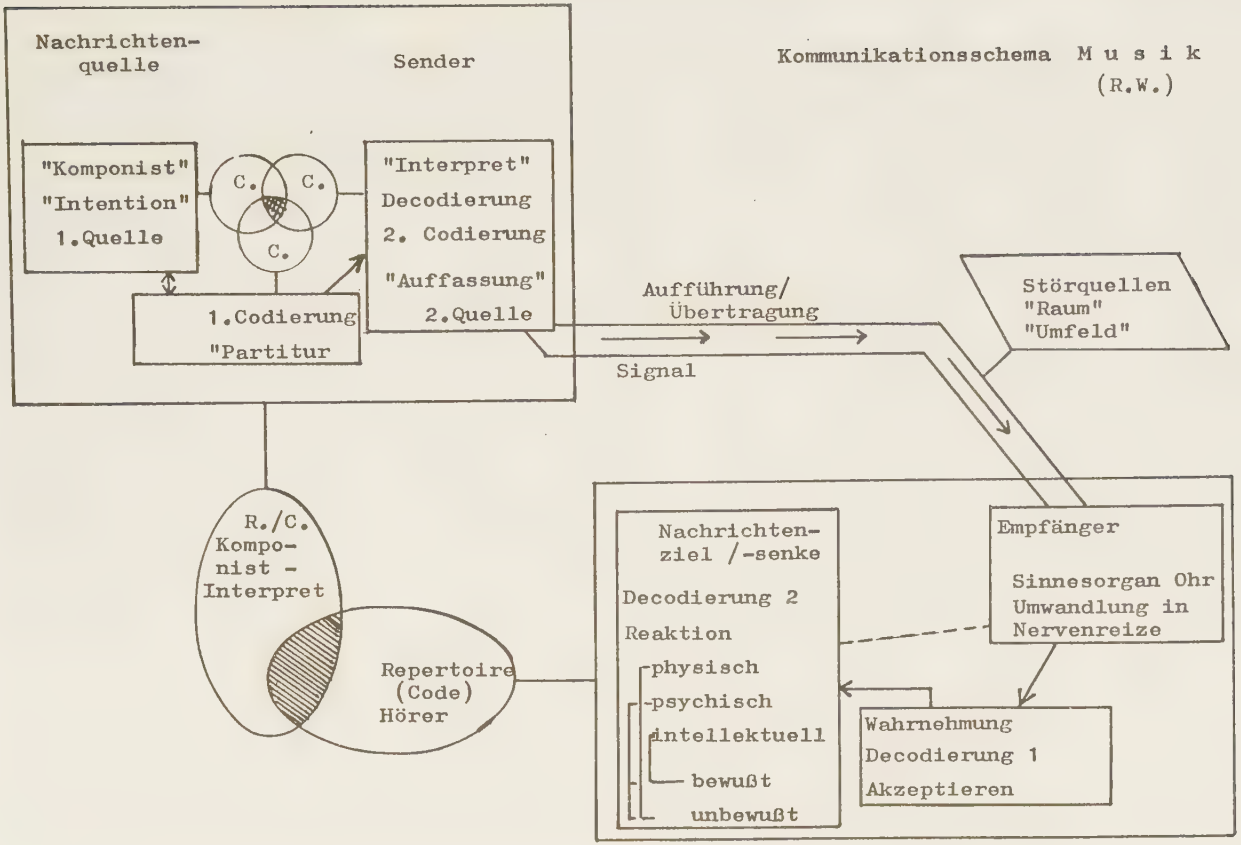


Abb. 2

Kommunikationsschema M u s i k
(R.W.)



Daß Zeichen auch Inhalte tragen können, die nicht als "semantische Information" anzusehen sind, erkennt Eco und nennt diese nicht konkret benennbaren Mitteilungen eine "ästhetische Botschaft" [34]). Während andere Zeichen auf ein drittes hinweisen, sieht Eco die ästhetische Botschaft als autoreflexiv an, d.h. sie weist vor allem auf die eigene Form [35]), die ihr innewohnende Ordnung hin.

Meine Annahme, daß der Inhalt der Musik in der Ordnung ihrer Phänomene besteht, deckt sich nicht nur mit den Aussagen Ecos und Benses [36]), sie entspricht auch alten Auffassungen von der Ars Musica [37]). Die Ordnung der Elemente darf aber nicht eng als nur grammatikalische Ordnung, z.B. in der motivischen oder tonsatztechnischen Arbeit verstanden werden. Die Gesamtordnung umschließt mehr.

Wesentlicher Teil der musikalischen Mitteilung ist die Information, das neue, nicht vorauszudenkende des Gesamtinhalts. Die Übermittlung des Inhalts ist an ein Repertoire von Zeichen und natürlich das Regelsystem der Zeichenverwendung bzw. Zeichenanordnung geknüpft; die Information verlangt neben der Benutzung des Repertoires die Neuordnung des Repertoires einschließlich seiner Erweiterung.

Setzt man in der Musik das Repertoire als allgemein gültige Ordnung der musikalischen Zeichen, so folgt daraus, daß musikalische Information in der Neuordnung des Repertoires, in der Abweichung von den allgemein gültigen Regeln zur Behandlung des Tonmaterials besteht.

Mit dieser Definition lassen sich Stilepochen (allgemein gültige Materialbehandlung) vom Gesamtwerk eines Komponisten (personeneigene allgemeine Materialordnung) und vom Einzelwerk (werkeigene, neue, informative Materialbehandlung) abgrenzen. Mit dieser Definition ist auch Epigonentum oder Trivialität zu klassifizieren - der Computer wäre der vollendete Epigone, er könnte von den allgemein gültigen Regeln überhaupt nicht abweichen. Diese Begriffsbestimmung entspricht auch weitgehend der Vorstellung Hartley's, Information dokumentiere sich als "Auswahlfreiheit" [38]); und das Shannon/Weaver'sche Informationsmaß [39]) erscheint ebenfalls anwendbar.

Es könnte scheinen, daß die Definition "Ordnung der musikalischen Zeichen" den Unterschied von Repertoire und Regelsystem verwische. Das Wort Zeichen könnte in diesem Zusammenhang auch ersetzt werden durch "Gestalt"; das Repertoire ist die Kenntnis solcher musikalischer Superzeichen. Das Regelsystem der Zeichenanordnung bezieht sich auf die Formung der Gestalten aus primären Zeichenelementen bzw. die Verkettung der Gestalten zu größeren Einheiten.

Die von mir vertretene Auffassung von musikalischem Inhalt und musikalischer Information weckt den Anschein, einigen linguistischen Axiomen zuwiderzulaufen. Wo ist in der Musik das "signifiant", wo das "signifié" zu finden? In der Sprache mit ihrer willkürlichen Zeichenzuordnung ist die Frage von hoher Bedeutung. In nicht-verbalen Kommunikations-Abläufen kann durchaus "Bezeichnendes" und "Bezeichnetes" ein und dasselbe, zumindest sich täuschend ähnlich sein [40]). Das Bezeichnete der musikalischen Nachricht ist die Ordnung und Qualität der Töne, das Bezeichnende die Töne, die diese Ordnung manifestieren. Bezeich-

nendes und Bezeichnetes gehen hier eine enge Verbindung ein, aber die Trennung bleibt erkennbar [41].

Auch die andere Saussure'sche Dichotomie "langue/parole" kann in der Musik eine Entsprechung finden, wenn man das Gebilde der Partitur, d.h. der Partitur als Zusammenfassung des beabsichtigten Zeichenprozesses Musikwerk, der tatsächlichen Aufführung gegenüberstellt.

Ich nehme an, daß sich weitere Analogien zu linguistischen Vorstellungen finden lassen [42]. Nötig ist es nicht, denn die allgemeine Kommunikationstheorie geht von Gemeinsamkeiten der Zeichensysteme aus, nicht aber von der Übertragung spezifischer Gegebenheiten des einen Zeichensystems in andere.

Die enge Assoziierung von "bezeichnenden" Phänomenen und "bezeichnetem" Inhalt erschwert die Beschreibung des Vorgangs der Codierung. Kann ein Komponist absoluter Musik - in funktionaler ist das zum Teil anders - einen Inhalt denken, den er in musikalische Zeichen überträgt? Denkt er nicht innerhalb des Codes, seiner Verfügungsgewalt über die musikalischen Zeichen? Ist nicht musikalische Erfindung und musikalische Codierung ein einheitliches Geschehen? Aber so außergewöhnlich ist das nicht; auch die Inhalte, die wir sprachlich formulieren, sind in der Regel auf sprachlicher Basis vorausgedacht, und die Rückwirkung der sprachlichen Ausdrucksmöglichkeit auf den Inhalt ist nach Whorf [44] unerwartet hoch.

Daß außermusikalische Inhalte, d.h. zusätzliche Inhalte, seien sie als Gegenstände oder Ereignisse sprachlich zu bezeichnen oder als psychische Vorgänge nur nicht-verbal konstatierbar, den musikalischen Inhalt, d.h. die Ordnung des Code-Repertoires bestimmen bzw. mitbestimmen können, ist kein Widerspruch. Der Code - in welchem Zeichensystem auch immer - ist kein einheitlicher Vorrat an Zuordnungen, sondern ein komplexes Bezugssystem von Teil-Codes [45].

Die Originalität eines Kunstwerks liegt in der Nicht-Wiederholbarkeit einer Codierung. Wenn es heute jemand versteht, Fugen im Stile J.S.Bachs zu schreiben, besitzt er doch nicht den gesamten Code Bachs, denn zum Code gehört die Möglichkeit der Kombinatorik, der Abwandlung des gültigen Repertoires [46]; würde der Nachahmer Bachs von Bachs Repertoire abweichen, wäre es nicht mehr Bachs Repertoire.

Hörer- und Komponisten- bzw. Interpreten-Codes sind nicht dekkungsgleich, die Schnittmenge gleicher Erfahrung ist in der Musik sehr klein. In der sprachlichen Kommunikation ist die unmittelbare Interaktion zwischen Sender und Empfänger, der ständige Rollentausch, möglich und üblich, in der Musik beschränkt sich die Interaktion zwischen gemeinschaftlich Musizierenden auf eine Art Folge-Kommunikation auf die Primär-Kommunikation mit der Musik hin, im Konzertsaal ist sie für den Hörer unmöglich geworden.

Will man in aller Konsequenz annehmen, die Decodierung sei der umgekehrte Vorgang zur Codierung, müßte beispielsweise der Perzipient, der auf Mozarts Musik positiv reagiert, ein gewisses, natürlich fast immer völlig unbewußtes Gespür für die Musik im Zeitstil des ausgehenden 18.Jahrhunderts haben und auf die originellen Abweichungen Mozarts eingehen können. Daß dies in den

wenigsten Fällen so ist, könnte zum Schluß führen, daß Mozart gar nicht richtig perzipiert wird, - und so wird es auch sehr oft sein. Wenn aber Kinder, die weder den Zeitstil Mozarts kennen noch etwas aus Mozarts Werk, nach einer Einführung, die sie gespannt, reaktionsfreudig machte, auf seine Musik spontan positiv reagieren, wie ist das mit einem Code in Verbindung zu bringen? 47)

Wir müssen wohl einen Großteil unseres Perzeptions-Codes für Musik im Unterbewußtsein, im physischen und unbewußt psychischen Reaktionsverhalten des Menschen angesiedelt vermuten. Dieser Grund-Code der musikalischen Wahrnehmung ist durch Übung bewußt zu erweitern und zu sensibilisieren, auch verstandesmäßig zu präzisieren, andererseits durch Vernachlässigung oder einseitige Inanspruchnehme einzuengen. Im Prinzip sind Entschlüsselung und Genuß der musikalischen Wahrnehmung ein ebenso einheitlicher Vorgang wie Erfindung und Codierung auf der Seite des Komponisten.

Die über den Grund-Perzeptionscode wahrgenommene musikalische Substanz ist besonders leicht beeinflußbar durch Störungen im Übertragungskanal. Störungen vieler Art können wirksam werden, auch positive wie das Raumerlebnis oder - subjektiv unterschiedlich beurteilt - die Begeisterungswelle in Pop-Konzerten.

Das letztgenannte Beispiel führt noch einmal zum Thema Inhalt zurück. Die Wirkung auf den Besucher, der von ihnen identifizierte bzw. angenommene Inhalt der Musik ist tatsächlich nicht oder kaum vorhanden, sondern wird in die Musik bzw. das Ereignis des Pop-Abends hineingehört.

Bengtsson sagt: "Wir sehen uns mit etwas (=Mitteilung) konfrontiert, das einen Sinn trägt, der verstanden sein will." 48) Und R.Ingarden sieht in den "Unbestimmheitsstellen" der Partitur, d.h. auch der Musik, die "Potentialität" 49) des Werks, die Möglichkeit seiner Wirkung und Deutung.

Ich will nicht untersuchen, welche Wirkung die musikalische Mitteilung - von mir als Inhalt der Musik bezeichnet - in den Hörenden hervorzurufen vermag oder hervorrufen sollte, auch nicht, ob der Sinn, der den Komponisten bei der Komposition leitete, dem Sinn äquivalent ist, den der Perzipient dem Werk zumißt. Die musikalische Mitteilung selbst - ein Zeichenkomplex in zeitlicher Ausdehnung, auf den Grundaussagen der Zeichentheorie zutreffen - ist Gegenstand der Messungen und Untersuchungen, sowohl bezüglich ihrer Eigenschaften als auch ihres Wegs von der Entstehung bis zum Empfänger.

1.2.32 Gedanken zu einer musikalischen Syntax 50)

Der Übertragungskanal des Kommunikationsweges endet nicht am Empfänger, sondern im Empfänger, nicht am menschlichen Ohr, sondern hinter dem Ohr irgendwo im Nervensystem des Menschen.

Wie empfindlich ist die akustische Wahrnehmungsfähigkeit des Menschen? Der Umfang von 16 bis 20000 Hz für die Tonhöhenwahrnehmung, die Schmerzschwelle bei ca. 130 Phon, der Höchstwert von 30000 bit/sec für die Nachrichtenaufnahme 51) besagen nicht viel, außer, daß das technische Gerät Ohr und Nervenbahn jenseits der Grenzwerte versagt.

Sicher empfängt das Sinnesorgen Ohr alle Nachrichten, die innerhalb der physiologisch bedingten Grenzen liegen, und setzt sie in adäquate Nervenreize um. Aber im Anschluß daran muß ein Wahrnehmungsorgen die Reize entschlüsseln, auf die Reize reagieren, wobei es nach vorgegebenen Gesetzen arbeitet, die mit dem Code, wenn nicht identisch, so doch ganz eng verkettet sind.

Wichtige Aspekte der Wahrnehmung sind die Quantelung des Nachrichtenstroms und die "Maske" für die Klassifizierung des Nachrichtenmaterials. Ein kontinuierlicher Nachrichtenstrom präsentiert seine Mitteilungen nicht zusammenhängend und ganz regelmäßig ununterbrochen, sondern in diskreten Abschnitten. Kleinste Nachrichtenmengen verdichten sich zu Begriffseinheiten (Zeichen, Ton), mehrere Einheiten zu größeren (Superzeichen, musikalisches Ereignis, Tonfolge, Gestalt, Rhythmus) und so weiter zu immer größeren Komplexen (Satz, Motiv, Thema). Die Identifizierung eines Inhalts ist erst nach Erfassung eines Quantums an Nachricht möglich, eine Erkennung zusammengesetzter Inhalte baut sich weniger sukzessiv auf als vielmehr plötzlich, wenn die wichtigen zusammengehörenden Elemente entschlüsselt und geordnet sind. Die Entschlüsselung der Glieder erfolgt über eine "Maske" [52]), die Kenntnis der Regeln der Gliederung. Die Maske kann der decodierenden Seite vorher bekannt sein, sich aber auch teilweise erst aus dem eintreffenden Nachrichtenmaterial ableiten.

Die Wahrnehmung bzw. Entschlüsselung der Nachricht vollzieht sich auf wenigstens zwei Stufen: Akzeptierung und Identifizierung. Angenommen, innerhalb eines deutschen Satzes erscheine die Zeichenfolge "kstr". Normalerweise würde sie als unverständlich zurückgewiesen, es sei denn, sie wäre durch einen besonderen Hinweis als richtig und daher akzeptabel gekennzeichnet. Denn das erste Raster einer sprachlichen Wahrnehmung mißt die Zeichenfolgen an den Lautfolgeregeln; fällt eine Folge durch, wird sie nicht akzeptiert, der Wahrnehmungsprozeß ist gestört. Die Zeichenfolge "kaster" würde hingegen die erste Prüfung der Akzeptabilität bestehen, sie könnte als deutsches Wort angenommen werden, da kein Widerspruch zur üblichen Lautfolge festzustellen ist. Nun jedoch erleidet die Wahrnehmung auf ihrer zweiten Stufe, der Identifizierung, eine Störung, da das Wort "kaster" außerhalb der Begriffskompetenz liegt. Gelingt es, die Kompetenz zu erweitern, z.B. durch ein Lexikon, das eine Bedeutung für das Wort bereithält, ist die Störung beseitigt. Die Störung kann als informativ gewertet werden; die Beseitigung von Repertoire-Lücken ist Lernen, Informationsaufnahme. Die Kapazität der Störungs-Auflösung, des Erkennens neuer Zusammenhänge, ist nicht unbegrenzt; eine Überforderung kann den Abbruch der Kommunikation zur Folge haben.

Auf höheren Ebenen wiederholt sich das Zusammenspiel von Akzeptabilität und Begriffskompetenz. Die Ketten von Zeichen (Superzeichen), die einen Satz bilden, werden nur uneingeschränkt akzeptiert, wenn einerseits die Regeln der Zeichenanordnung durch Beachtung der formalen Grammatik eingehalten sind, andererseits die Bedeutungen in einem logischen Zusammenhang zueinander stehen.

Die Sprachwissenschaft widmet der Zeichenzuordnung, der Syntax, breiten Raum. Das Problem der Akzeptabilität behandelt u.a.

Chomsky, jedoch vor allem auf der höheren Ebene der logischen Zeichenverknüpfung [53]). Die Stukturierung primärer Laute zu akzeptablen Lautfolgen ist für die englische Sprache bereits recht gut bekannt [54]).

Wo aber wurde in der Musikwissenschaft der Aspekt der Syntax, der Akzeptabilität aufgegriffen? Existiert hier das Problem nicht?

Die ästhetische Botschaft ist zwar nicht in sprachliche Vorstellungen zu fassen, aber bedeutet das auch, daß syntaktische Prinzipien keine Gültigkeit haben? Ich habe begründet, warum ich glaube, daß die ästhetische Mitteilung eine Mitteilung wie jede andere ist - zeichentheoretisch gesehen - und im Kern des Kommunikationsprozesses, der Nachrichtenübermittlung, den gleichen Gesetzen unterliegt wie andere Mitteilungsformen auch. Darum nehme ich an, daß die Entschlüsselung der musikalischen Nachricht ebenso wie die der sprachlichen die zweistufige, syntaktisch bedingte Wahrnehmung mit Akzeptierung und Identifizierung durchlaufen muß, nur, daß die Entschlüsselung in nicht benennbaren ästhetischen Sinngehalten endet.

Das Modell einer musikalischen Syntax sei mit einer Reihe von Fragen umrissen:
Wissen wir, welche Tonfolgen, Tonbezüge, Ketten von Tonfolgen, Überlagerungen von Tonbezügen auf welchen Syntax-Stufen akzeptabel sind?
Welche musikalischen Ereignissen sind nur bei bestimmten Hörerschichten akzeptabel?
Welche musikalischen Ereignisse stoßen auch bei musikalisch Hörgeübten auf Nicht-Annahme?
Sind die syntaktischen Akzeptabilitätsraster unbegrenzt veränderungs- und erweiterungsfähig?
Gibt es physiologisch bedingte, unverrückbare Gesetze für die Möglichkeit der Klassifizierung musikalischer Zeichen und die Einordnung in eine Begriffskompetenz?
Welcher Grad der Störung ist noch informativ?
Welche Kapazität des Störungs-Ausgleichs, des musikalischen Hören-Lernens, besitzen wir?
Welche Informationskapazität hat unser musikalischer Sensus überhaupt zur Verfügung?

Ein weiterer wichtiger Faktor der musikalischen Wahrnehmung ist in der Linguistik kaum behandelt: die Zeit. Auch die gesprochene Sprache ist nur innerhalb der Zeit existent, für die Musik ist die eingeteilte Zeit darüberhinaus Wesensmerkmal. Ein Gesprächspartner, dem eine sprachliche Mitteilung zu schnell war, als daß er den Inhalt hätte aufnehmen können, holt durch Rückfrage die verlorene Information nach. Musik ist jedoch zeitverbunden, nicht teilweise wiederholbar, muß im zeitlichen Ablauf erfahren werden. Welcher Stärke darf der Informationsfluß (Information/Zeit) sein, um wahrgenommen zu werden?
Ist es möglich, ein musikalisches Informationsmaß zu entdecken?

Die aufgeworfenen Fragen stehen in enger Beziehung zu Problemen unseres heutigen Musiklebens. Wann gab es jemals eine Epoche, in der die Musik der eigenen Zeit so wenig akzeptiert wurde wie heute? (Ich verwende das Wort "akzeptiert" bewußt in zweideutigem Sinne.) Oder: Wann gab es vorher eine Kompositionsrichtung,

die, wie es serieller Musik ergeht, auch nach Ablauf von Jahrzehnten nicht angenommen wird 55)? Versagt hier der Lernprozeß der Hörer, kann er wegen Nicht-Akzeptabilität auf der untersten Stufe vielleicht kaum in Gang kommen?

Eine andere Beobachtung liegt auf der gleichen Ebene: Man verfolge Neue Vokalmusik mit der Partitur. Warum sind die Melismen oft nur in den Umrissen, aber nicht in den verlangten Tonhöhen wiedergegeben? Von den gleichen Sängern kennt man jedoch vielleicht tadellose Interpretationen anderer Werke. Ist das nur Schlamperei, Unvermögen, Unwillen? Bescheinigt man den Sängern Unfähigkeit, tut man ihnen Unrecht, denn sie haben die Ungenauigkeiten der Realisation wahrscheinlich gar nicht zu verantworten. Wer ist in der Lage, sich länger Zeit in einer syntaktisch widrigen Sprache (eigentlich ein Paradox) zu unterhalten?

Welche Erklärung gibt es für die von M.L.Fuhrmeister und E.Wiesenhütter (1973) aufgedeckten Zusammenhänge zwischen erhöhter Krankheitsanfälligkeit von Orchestermusikern und Umfang des Repertoires an avantgardistischer Musik? Vieles läßt sich mit allgemein menschlichen Verhaltensweisen begründen; könnten aber nicht auch ständige Akzeptierungs-Schwierigkeiten zu Störungen des seelischen und körperlichen Gesundheitszustandes führen?

Noch gilt in der Musiktheorie der Ausspruch Regers "Ich verfolge den Lisztschen Satz: 'Auf jeden Akkord kann jeder Akkord folgen.' eben konsequent." 56) oder Busonis Wort "Die Aufgabe des Schaffenden besteht darin, Gesetze aufzustellen, und nicht, Gesetzen zu folgen." 57). Noch gilt die Ansicht, daß die Auswahl und Benutzung des Tonmaterials allein ästhetischen Regulativen unterworfen sei.

Spätestens seit Bense wissen wir, daß die ästhetische Seite eines Kunstwerks auch Information ist, eben Information über die ästhetische Komponente des Werks. Information indessen ist an Zeichen gebunden, die Übertragung der Zeichen an einen Code des Empfängers bzw. dessen Decodierungsfähigkeit. Unterliegt also die ästhetische Seite nicht doch den Normen des semiotischen Systems, in dem das Kunstwerk existiert?

1.2.4 Aufgaben der musikalischen Datenverarbeitung

Aus den Überlegungen zur Computer-Komposition heraus und als Konsequenz der Annahme, daß Musik ein Zeichensystem ist, ergibt sich die Folgerung: auf breiter Basis angelegt - viel Material, viele Bewertungskriterien mit vielen Varianten - könnte die quantitative Analyse wertvolle Erkenntnisse über musikalische Grundlagen liefern. Die Auflösung musikalischer Zusammenhänge in primäre Bezüge ist ohne Automation nicht zu schaffen 58). Als Primärbezüge sehe ich u.a. Tonfolgen (Superzeichenbildung 59)), Tonfolgen unter Hinblick auf Nebenerscheinungen (Superzeichenverkettung), Harmoniefolgen (Superzeichenverkettung in Verbindung mit Zeitablauf), Dissonanzbehandlung (syntaktische Verkettung von Superzeichen bzw.Ereignissen), um einige Beispiele zu nennen.

Ergebnisse aus dem Bereich der untersten Ebene der Strukturierung decken wiederum latente Eigenheiten auf: Stilmerkmale. Steht genug Vergleichsmaterial zur Verfügung, lassen sich viel-

leicht - höchste Stufe stilkritischer Untersuchungen - Echtheitsbeweise führen.

All das ist nur möglich, wenn die Dokumentation der Musik in EDV-gerechter Form vom Umfang wie von der Qualität her so große Fortschritte gemacht haben wird, daß ein Großteil der Musikliteratur ständig verfügbar ist.

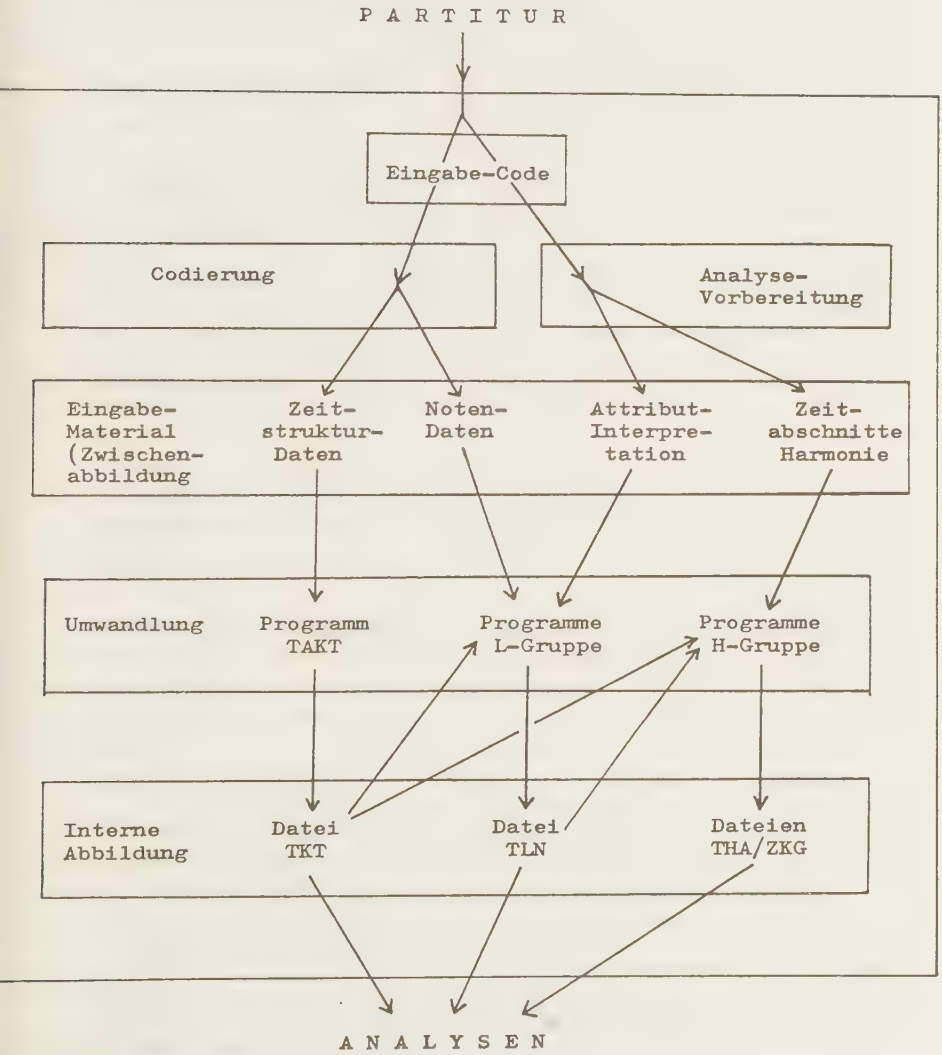
Eine solche unfangreiche Dokumentation brächte auch jedem Musikwissenschaftler Vorteile, da der Bibliotheksapparat sich bei gleichzeitig verbesserter Zugriffsmöglichkeit vereinfachen ließe.

Mit der in den folgenden Kapiteln beschriebenen Eingabe-Methode EDM hoffe ich, eine exakte Grundlage für exakte Analyse und exakte Dokumentation gelegt zu haben.

E D M

(Eingabe-Methode für Daten der Musik)

- Systematischer Grundriß -



2 PRINZIPIEN DER EINGABEMETHODE "EDM"

2.1 Aufgabe und Umfang der Methode

Leider entzieht sich das musikalische Werk der direkten Analyse. Zur genaueren Beschreibung seiner Eigenheiten, seiner Strukturen, ist die Wissenschaft immer genötigt, auf eine Abbildung des zu erforschenden Werkes zurückzugreifen, sei es auf die Niederschrift in Noten als die gebräuchlichste Abbildung, sei es auf ein anderes Zeichensystem, um daraus die Daten und Informationen zu gewinnen, die als Grundlage der analytisch-wissenschaftlichen Arbeit dienen sollen.

Will man nun Analysen mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung erstellen, muß die Abbildung, die als Ausgangspunkt der Untersuchungen gewählt ist, in eine andere, neue, für das EDV-System "lesbare", oder - besser - "greifbare" Abbildung übertragen werden, die, in einer Datei gespeichert, schnelle und zuverlässige Rechenoperationen erlaubt.

Das zentrale Problem der Datenverarbeitung im allgemeinen und ganz besonders der Bearbeitung musikalischer Daten ist nicht die Art und Weise der Eingabe der Daten, auch wenn diese den Benutzer zunächst am meisten interessiert, sondern die Darstellung der Daten und Informationen in der Maschine, ihre Speicherung und Verwendungsfähigkeit für weitere Prozesse.

Mängel in der Darstellung oder Speicherung können alle beabsichtigten Arbeiten von vornherein entwerten. In der Methode EDM steht deshalb die EDV-integrierte Abbildung im Mittelpunkt.

Die "maschineninterne" Abbildung, d.h. die Abbildung des musikalischen Werks in EDV-Strukturen nach der Vorgabe der notenschriftlichen Abbildung, soll selbst keinerlei analytische Verfahren vorwegnehmen, sondern unverfälscht und rechenfähig aufbereitet alle Informationen enthalten, die man aus einer Partitur lesen kann.

Der Aufbau einer solchen Abbildung ermöglicht es, nach einem einzigen Eingabeprozeß für ein Werk Analysen vielfältigster Art und unter wechselnden Kriterien vornehmen zu können, ohne das Eingabematerial ständig entsprechend ändern zu müssen und ohne ständig Rechenzeit zur bloßen Aufbereitung des Eingabematerials zu benötigen.

Zwar lassen die zugänglichen Veröffentlichungen nur wenig Rückschlüsse auf die Methoden zu, mit denen andere Wissenschaftler ihr musikalisches Eingabematerial verarbeitet und gespeichert haben (vgl. Anhang I), aber es scheint immer der Versuch unternommen worden zu sein, auf der Grundlage eines rechenfreundlichen Eingabecodes in einem einzigen Schritt aus dem eingegebenen Material Analyse-Ergebnisse zu erhalten.

Die Eingabe-Methode EDM gliedert den gesamten Komplex der Umformung des Notenbilds in die maschineninterne Abbildung übersichtlich so auf:

1. Eingabe-Normen: Code und Format zur Umsetzung der notenbildlichen Zeichen in die Schriftzeichen, die in der EDV üblich sind, um leicht und schnell eine Art Zwischenabbildung

der Partitur auf Lochkarten herstellen zu können.
2. Umwandlungs-Programme: Erzeugung der maschineninternen Abbildung aus dem Eingabematerial.
3. Maschineninterne Abbildung: Strukturierung der Informationen in den Dateien, Codierung der gespeicherten Informationen.
4. Ergänzung: Hilfsprogramme für Spezialfälle und Analyse-Routinearbeiten.

2.2 Technische Voraussetzungen

Obwohl es noch andere Möglichkeiten der Eingabe musikalischen Materials in den Computer gibt (vgl.7.1), erscheint derzeit die Eingabe über Lochkarten als die einzig praktikable Weise.

Die Codes basieren auf dem 60 Character-Set.

Die Umwandlungsprogramme sind in PL/I geschrieben. Zur Übersetzung ist mindestens ein PL/I Optimizing Compiler Release 3.0 erforderlich.

Zur Herstellung des Eingabematerials nach den EDM-Normen sind keine Programmierkenntnisse nötig, es genügen die Fertigkeiten im Notenlesen, über die wohl jeder passable Laienmusiker verfügt. Dies gilt natürlich nur bedingt, wenn der Schreiber des Materials interpretatorische, musikwissenschaftliche Aufgaben bei der Codierung wahrzunehmen hat, z.B. die Aufteilung eines Klaviersatzes in Stimmen.

2.3 Maschineninterne Abbildung

Für die interne Abbildung gilt, was für alle Bereiche der Datenverarbeitung Gültigkeit besitzt: im Computer-Prozeß soll unsere Denk- und Arbeitsweise nachvollzogen werden.

Eine Abbildung entsteht nie ohne engen inneren Zusammenhang mit dem Abzubildenden auf der einen Seite und dem Medium, das die Abbildung trägt, auf der anderen. Das Abzubildende soll aus der Abbildung möglichst genau und unmittelbar erkennbar sein. Insofern ist eine Partitur in der üblichen Notenschrift - trotz mancher Mängel im Detail, die gelegentlich überbewertet werden - eine optimale Abbildung der Musik, denn es lassen sich neben den Eigenschaften des einzelnen Tons auch die Bezüge des Tons in und zu der Gesamtstruktur der Musik in ihrem linearen wie vertikalen Aufbau sehr genau erkennen. 60)

Die maschineninterne Abbildung muß die gleichen Möglichkeiten wie die Abbildung in Noten bieten, wenn sie als Abbildung der Musik gelten darf. Es genügt also nicht, die Partitur in Einzelteile zu zerschneiden, d.h. in Einzeltöne aufzulösen, und die Informationen über die Einzelteile einzugeben und nacheinander abzuspeichern, weil so ein wichtiges Element der notenbildlichen Partitur verloren geht, nämlich die Übersicht über das gesamte Klangfeld.

Natürlich kommt man nicht umhin, bei der Eingabe die Partitur doch in eine Summe kleiner Elemente aufzusplittern, also Note für Note einzeln zu codieren. Leider ist die theoretische Möglichkeit, die Bezüge der Töne durch gleichzeitige Speicherung wiederzugewinnen, durch die begrenzte Kapazität des

Kernspeichers recht beengt. Das Problem ist zu lösen durch die Aufzeichnung der musikalischen Daten einer Partitur in drei Ebenen, d.h. drei verschieden strukturierten Dateien. Jede der Dateien entspricht einer Art, wie die notenbildliche Partitur gelesen werden kann.

In der Datei TLN (Töne, linear aufgelistet) stehen die Informationen zu allen Noten (Tönen) einer Partitur stimmenweise hintereinander. Dies Datei repräsentiert die Ebene des linearen, horizontalen Verlaufs der Musik.

In den Dateien THA (Töne, harmonisch geordnet) und ZKG (Zusammenklang) sind dagegen in jedem Satz alle Töne zusammengefaßt, die zu einem bestimmten Zeitpunkt miteinander erklingen. THA enthält die Daten der Töne des Zusammenklangs, in ZKG finden sich die Informationen zur Gesamtheit des Zusammenklangs. Die beiden Dateien repräsentieren die Ebene des Vertikalen, des harmonischen Geschehens.

Eine weitere Datei, TKT (Takt), beinhaltet alle Strukturen des Zeitablaufs eines Werks, die beim Lesen der anderen Elemente, sei es das Lesen von Einzelnoten, sei es das Verfolgen von linearen oder harmonischen Verläufen, stets mitberücksichtigt werden müssen, d.h. im Zeitablauf des Werks übergeordnete Bedeutung haben.

Für Analysen lassen sich die Dateien der internen Darstellung getrennt wie auch kombiniert verwenden. Aus der Datei TLN sind beispielsweise Untersuchungen über Tonhöhenverteilungen und Tonfolgen möglich. Während zur Differenzierung von Akkordtypen ZKG allein ausreicht, verbindet man zur Untersuchung von Harmoniefolgen unter dem Aspekt der Dissonanzbehandlung die Dateien TLN, THA und ZKG.

Ich definiere die maschineninterne Abbildung als Abbildung des musikalischen Werkes auf der Basis der Niederschrift in Noten. Sie ist keine Abbildung des Notenbildes, sondern eine Abbildung des Klanges, d.h. der relevanten Information des Notenbildes. Schließlich ist die Note nicht mit dem Ton gleichzusetzen, auch wenn der Musiker praktischerweise fast so verfährt. Denn das Medium der Abbildung, die Notenschrift, bewirkt, daß in der Note zusätzlich zu der Bedeutung, die sie über den Ton tragen soll, durch ihr Erscheinungsbild weitere Informationen vermittelt werden, die mit dem Abzubildenden, der Musik, nichts oder wenig zu tun haben. Die Grenze zu ziehen, wo das äußere Bild der Note unwichtig für den Klang wird, ist nicht leicht, da die Notenschrift gewisse ästhetische Regeln aufweist, die zwar primär nichts über den Klang mitteilen, aber sekundär über den Spieler auf den Charakter der Musik zielen.

Die Eingabemethode EDM ist im Prinzip daraufhin angelegt, nur die Bedeutung der Notenschrift zum Klang aufzunehmen. Die Dokumentation des äußeren Notenbildes ist darüber hinaus möglich, allerdings stehen z.Z. die Umwandlungsprogramme nur für klangorientiertes Eingabematerial zur Verfügung. Mit Ausnahme der Struktur TL für die Datei TLN, in der die Möglichkeit der Erweiterung der Methode auf notenbild-orientiertes Material angedeutet wird, ist grundsätzlich nur die

Bedeutung der Note für den Klang berücksichtigt - auch wenn ich in den weiteren Ausführungen dem musikalischen Sprachgebrauch gemäß gelegentlich das Wort "Note" nenne bzw. schreibe, obwohl eigentlich "Bedeutung der Note" gemeint ist.

2.4 Codierung

Grundsätzlich kann man die Codierung als Übertragung der Begriffe bzw. Zeichen eines Zeichensystems in die Begriffe bzw. Zeichen eines anderen Systems bezeichnen. Für jede Übersetzung, sei es von Sprache zu Sprache oder von Zeichensystem zu Zeichensystem, gilt, daß es nicht möglich ist, nur die Zeichen oder Begriffe des einen Systems durch die Zeichen oder Begriffe des anderen Systems zu ersetzen. Schon die Begriffe sind selten deckungsgleich und jede Sprache, jedes Zeichensystem hat seine eigenen syntaktischen und semantischen Regeln. Im Grund wird hier wieder das Problem der Übersetzung einer Abbildung in ein anderes Medium angesprochen.

2.4.1 Inhalte - Begriffe - Sprache

Vor Festlegung eines Codes muß geklärt sein, welche Informationen aus dem einen System in des andere übersetzt werden sollen. Wie im vorangehenden Kapitel bereits ausgeführt wurde, wird der Note nur die Bedeutung entnommen und diese codiert.

Als nächstes folgt die Feststellung, in welchen Zeichen bzw. zusammengesetzten Zeichen (Superzeichen) oder Verkettungen von Zeichen bzw. Superzeichen die aus der Notenschrift gelesene Bedeutung in der Zwischenabbildung auf dem Datenträger und - vor allem - in der maschineninternen Abbildung festgehalten werden soll. (Daß der Code beider Abbildungen möglichst viele Gemeinsamkeiten aufweisen soll, steht außer Zweifel.)

Ein Beispiel: Beim Lesen einer Note stellt man fest, auf welcher Linie sie liegt, welches Vorzeichen ihr vorangestellt ist, welcher Schlüssel und welche Vorzeichen vorgeschrieben sind; daraus lassen sich der Tonname, mit oder ohne Vorzeichen, und die Oktavlage entnehmen. Soll sich nun die Codierung auf den gelesenen Begriff beziehen, nämlich die Tonhöhe, definiert durch Tonname, ggf. Vorzeichen und Oktavlage, oder auf die Darstellung des Begriffs im Notenbild, nämlich die Lage im Liniensystem, das Vorzeichen, die geltenden Vorzeichen und den Schlüssel? Im Aufwand unterscheiden sich die Codierungs-Arten kaum, vorausgesetzt, man verfügt im Umwandlungsprogramm über ein Verfahren zur automatischen Einbeziehung des Schlüssels, jedoch entspricht das erste Verfahren mehr dem musikalischen Sprachgebrauch. Man spricht von der Tonhöhe, ihrem Namen - nicht von der Lage, die die Note im Liniensystem hat. Ein weiteres Beispiel: soll man eine Achtel-Note, die durch die Teilungszahl "3" als Triolen-Achtel ausgewiesen ist, als Achtelnote codieren mit einem entsprechenden Zusatz, oder muß man diese Note als neuen Begriff verstehen, der ein neues Zeichen erfordert? Der ausführende

Musiker empfindet die Achtel-Triole als besondere Zeitdauer, aber in der Sprache benutzt er das Wort "Achtel" in Verbindung mit dem Wort "Triole". Man codiert daher in EDM auf jeden Fall das Eingabematerial entsprechend dem sprachlichen Ausdruck des Musikers als Achtel mit Zusatzangaben. In der maschineninternen Abbildung dagegen ist die Anlehnung an das Empfinden des Musikers vorteilhafter; die Achtel-Triole wird als besonderer Zeitwert gespeichert.

Allgemein: Die Codierung in EDM hält sich an die Fachsprache des Musikers. Nennt dieser zur Beschreibung eines musikalisch-praktischen Sachverhalts ein Zeichen der Notenschrift als einzelnen Begriff, so wird das einzelne Zeichen übersetzt; zieht er dagegen mehrere Zeichen bzw. Aspekte eines Superzeichens zu einem Begriff zusammen, so wird nach Möglichkeit dieser Begriff als Ganzheit übertragen, sei es als Einzelzeichen oder als ein nach syntaktischen Regeln strukturiertes Superzeichen. Dies gilt uneingeschränkt für die Eingabe. In der maschineninternen Abbildung muß diese Regelung teilweise ergänzt, teilweise auch durch andere, für Rechenoperationen günstigere, ersetzt werden.

2.4.2 Format - Code

In jedem Zeichensystem qualifizieren sich die verwendeten Zeichen nicht allein aus ihrer Eigenheit heraus, sondern auch durch die Wechselbeziehungen der Zeichen zueinander. Wichtiger als die Zuordnung sinnfälliger Zeichen ist daher bei der Entwicklung eines Codes das Format, die Regelung der Zeichenfolge.

Jede Codierung muß sich irgendwo zwischen den beiden Extremen ansiedeln: dem formatfreien Code und dem streng formatgebundenen.

Die Mehrzahl der Benutzer der Datenverarbeitung wählt für die Übergabe der Daten an die Rechenanlage einen streng formatierten Code, d.h. jede Teilinformation hat ihre genau bestimmte Position auf dem Datenträger. Die Vorteile des strengen Formats sind klar: da sich die Art der Teilinformation aus der Stellung ergibt, braucht sie nicht ausdrücklich kenntlich gemacht zu werden, und man kann einem Zeichen je nach Informationsart verschiedene Bedeutung zulegen, was den Aufbau eines mnemotechnisch günstigen Codes fördert; außerdem erleichtert ein strenges Format die Verarbeitung der Daten durch ein Programm. Trotz aller Vorzüge sprechen gewichtige Gründe gegen die Verwendung eines festgelegten Formats bei der Eingabe musikalischer Daten: Die Zahl der Teilinformationen über jede Note ist sehr unterschiedlich; in 90 % der Fälle reichen vier Teilinformationen aus (Vorzeichen, Tonname, Oktavlage, Notenwert), aber es können auch 50 bis 60 Zeichen bzw. Positionen nötig sein, für die immer Platz freigehalten werden müßte. Es ist leicht einzusehen, daß das Verhältnis 1 Ton = 1 Karte zu unwirtschaftlich und unübersichtlich wäre.

Bei Verwendung eines formatfreien Codes darf man sich zwar auf die Übertragung der tatsächlich anfallenden Informationen

beschränken und braucht keine Regeln für die Reihenfolge bzw. Position zu beachten, man erkauft jedoch den geringen Vorteil mit einer Reihe schwerwiegender Nachteile. Da die Art der Teilinformation nur aus der Bedeutung des Code-Zeichens erkennbar ist, ist es unumgänglich, daß jede Code-Bezeichnung nur einmal im Code-Katalog auftritt, um unverwechselbar zu bleiben. Außerdem müssen alle Code-Bezeichnungen die gleiche Länge aufweisen oder ständig durch zusätzliche Trennzeichen voneinander abgegrenzt werden. Bei der Fülle von Zeichen und Bedeutungen, die unsere Notenschrift in sich birgt, ergäbe dies ein umfangreiches und schwerfälliges Übersetzungsregister. Das ungünstige Verhältnis von transportierter Information zu benötigter Zeichenmenge und der wenig einprägsame Code würden dem Benutzer die Eingabe zu sehr erschweren.

Die Lösung liegt nicht einfach in der Mitte, im Kompromiß zwischen den Extremen, sondern in der Hinzuziehung eines anderen Ordnungssystems, das seine Grundlagen aus Analogien zu Ordnungsprinzipien der Sprache und anderer Kommunikationssysteme bezieht.

In jeder Sprache ist ein Satz ein Gefüge, in dem sich Informationsgruppen, d.h. Wörter oder Teilsätze, zu einer übergeordneten Einheit zusammenfinden. Die Funktion des einzelnen Wortes (Subjekt, Prädikat, Objekt etc.) kann sich aus seiner Stellung im Satz ergeben, seine Bedeutung ist aus der Anordnung der Grundelemente (Phoneme oder Laute bzw. Buchstaben) abzuleiten.

Auch die Gesamtinformation über einen Ton zerfällt in Teilinformationsgruppen (Tonhöhe, Tondauer etc.). Die Teilinformationen lassen sich als Datenabschnitte aneinanderreihen, in festgelegter Reihenfolge und durch ein Trennzeichen voneinander abgesetzt.

Die Datenabschnitte, Teilsätzen vergleichbar, bilden in sich eine abgeschlossene Einheit. Jeder Abschnitt kann eine einzige Information oder eine Verkettung mehrerer Informationen gleicher Art enthalten. Bei einer Verkettung werden die Informationen wie Wörter im Satz aneinandergereiht und so, wie die Lücken zwischen den Wörtern diese voneinander trennen und doch verbinden, trennt und verbindet ein Verkettungszeichen die Informationen der Abschnitte. Jede einzelne Informationseinheit, z.B. die Bezeichnung einer Tonhöhe, kann aus einem einzigen Element, aber auch aus einer engen Verbindung mehrerer Einzelheiten bestehen; dementsprechend ist zur Codierung entweder ein einziges Zeichen oder eine Zeichengruppe erforderlich. Die einzelnen Zeichen einer Zeichengruppe erhalten ihre Funktion und Bedeutung aus dem Zusammenspiel der Zeichen in geregelter Folge. Wie in der Sprache ein Vokal den Mittelpunkt einer jeden Silbe bildet, so gruppieren sich in einer Zeichengruppe alle Zeichen um ein Zeichen bestimmter Eigenart und gewinnen ihre Identität aus der Stellung zum zentralen Zeichen.

Vor allem diese Zeichengruppe ermöglichen die Verbindung der Vorteile der formatfreien Eingabe mit denen der format-

gebundenen. Einerseits ist ein Format, das sich in wenigen Regeln der Reihenfolge und einigen Trenn- bzw. Verkettungszeichen erschöpft, fast als "formatfreies Format" einzuschätzen, andererseits gestattet die Unterteilung in Datenabschnitte die Wiederholung gleicher Zeichen im Code in verschiedener Sinngebung und damit eine einfache, praktische und mnemotechnisch sinnvolle Zeichenzuordnung. Und drittens fördert die "Wortbildung" die Übersichtlichkeit und Kontrollmöglichkeit, hält aber die Redundanz - im Durchschnitt knapp drei nicht-informative Zeichen pro Satz bzw. Note - so gering, daß das Verhältnis der Zeichenzahl zur Informationsmenge sehr günstig bleibt, obwohl die Kontrollfunktion der redundanten Zeichen sehr deutlich ist.

Das Umwandlungsprogramm muß im Vergleich zur formatierten Eingabe um nur einen Schritt erweitert werden: das Programm LØ setzt die Eingabesätze in einen formatierten Code um.

Gelegentlich wird das System durchbrochen. Der Kurzschrift oder dem Telegrammstil vergleichbar, gibt es Sonderregelungen zur Erleichterung und Abkürzung der Eingabe.

2.5 Grenzen der Methode EDM

Die Methode EDM ist für die Übertragung aller Musik, die in traditioneller Notation geschrieben ist, gedacht. Unter traditioneller Notation verstehe ich die seit der Zeit des Barock übliche mit Takteinteilung, die bis in unsere Zeit weithin Gültigkeit hat. Die Methode versagt, wenn in modernen Notationen den traditionellen Zeichen neue, veränderte Bedeutungen zugeschrieben werden, z.B. bei Penderecki, der das Zeichen "Ganze Note" nicht immer als Tondauer versteht, die der von 2 "Halben" oder 4 "Vierteln" usw. äquivalent ist, sondern als unbestimmte, sich über längere Distanz erstrekkende Dauer. Auch neuere Begriffe der Tonhöhe wie Vierteltöne oder gleitende Tonhöhen sind mit der ausgearbeiteten Methode nicht erfaßbar, weil sie auf der herkömmlichen Halbtonskala basiert.

Die Methode EDM ist jedoch so variabel, daß sich aus ihr erweiterte Methoden für die Übersetzung neuerer und älterer Notationen entwickeln lassen. Man muß nur davon ausgehen, daß nicht das Bild der Note, sondern ihre Bedeutung in den EDM-Code zu übertragen ist. Im o.a. Beispiel wäre es nötig, die Tondauer der geschriebenen Ganzen Note durch die tatsächliche Tondauer oder die zeitlichen Begrenzungspunkte zu ergänzen bzw. zu ersetzen. Lohnend erscheint diese Weiterentwicklung allerdings erst dann, wenn sich aus all den Neuerungen der jüngsten Zeit gewisse Notationsarten als Normen durchgesetzt haben. Schließlich reicht die Methode im vorliegenden Umfang aus, um den weitaus größten Teil der Musik unseres Kulturkreises dokumentarisch erfassen zu können.

3 INTERNE ABBILDUNG

3.1 Allgemeine Codes in der internen Abbildung

Die Strukturen in den Dateien der maschineninternen Abbildung weisen gleichartige Elemente auf, die selbstverständlich in gleicher Weise codiert sein müssen. Darum stelle ich der Beschreibung der Strukturen im einzelnen eine Erläuterung der Grundvereinbarungen voran, die in allen Strukturen Gültigkeit besitzen.

3.11 Darstellung der Tonhöhe (Tafel 1 A/B)

3.11.1 Bestimmte Tonhöhen (Zeichencode) (Tafel 1 A)

Vier Angaben können die Tonhöhe bestimmen: Tonname, Vorzeichen, Oktavlage und Transpositionsvorschrift. Der Vergleichbarkeit der Daten wegen wird in der internen Abbildung stets die tatsächlich klingende Tonhöhe eingespeichert. Auch allgemein gültige, vorgeschriebene Vorzeichen werden in die Tonhöhenbezeichnung aufgenommen.

Die Tonnamen entsprechen in der internen Abbildung den gebräuchlichen Bezeichnungen C,D,E etc.; der deutsche Name H wird durch die englische Bezeichnung B ersetzt.

TAFEL 1 DARSTELLUNG VON TONHOEHEN
(GRUNDVEREINBARUNG 1)

TAFEL 1A DARSTELLUNG IN ZEICHEN

	CODE	NOTENSCHRIFT
BESTIMMTE TONHOEHE		
TONNAME	C,D,E,F,G,A	C,D,E,F,G,A
	B	H
VORZEICHEN	$, BLANK	KEIN VORZEICHEN
		BZW. AUFLOESUNGSZEICHEN
	#, +	KREUZ, DOPPEL-KREUZ
	@, -	B, DOPPEL-B
OKTAVLAGE	1, 2	SUBKONTRA-, KONTRA-
	3, 4	GROSSE, KLEINE
	5, 6, 7	!-, !!-, !!!-
	8, 9	!!!!-, !!!!!- OKTAVE
UNBESTIMMTE TONHOEHE	U, T, M	SEHR TIEF, TIEF, MITTEL
	H, I	HOCH, SEHR HOCH
PAUSE	P	ALLE WERTE

Vorzeichen werden durch Sonderzeichen wiedergegeben. Ein Auflösungszeichen erscheint in der internen Darstellung nicht, das Nichtvorhandensein eines Vorzeichens wird durch das Dollarzeichen angezeigt.

Die Oktavlage-Beschreibungen "Große", "Kleine", "Eingestrichene Oktave" etc. sind für die Speicherung unbrauchbar. Sie werden durch eine Zahl ersetzt. Man denke sich alle auf der Klavier-Tastatur vorhandenen Oktaven mit Ø beginnend von unten nach oben durchnumeriert. Der Umfang einer Oktav reicht von C bis zum darüberliegenden B (H); maßgebend ist der Tonname, das Vorzeichen bleibt außer Betracht.

3.11.2 Bestimmte Tonhöhen (Zahlencode) (Tafel 1 B)

Zur genauen Definition der Tonhöhe reicht die Speicherung im Zeichencode völlig aus, für Rechenoperationen ist die Verteilung der Gesamtinformation auf drei Speicherplätze in zwei unterschiedlichen Arten (Char bzw. Bin fixed(15)) nicht recht geeignet. Wie soll man beispielsweise enharmonisch gleiche Tonhöhen erkennen? (Der Theoretiker der "reinen Stimmung" mag sich gegen die enharmonische Verwechslung sträuben; er versuche eine harmonische Analyse in Bruckners 4.Symphonie, Finale Takt 121!) Der Vergleich wird ermöglicht durch die Einführung einer Zahl, die die absolute Tonhöhe auf enharmonisch-chromatischer Basis enthält. Man stelle sich alle verfügbaren Töne wie auf der Klaviatur in Halbtonschritten aneinandergereiht und von unten nach oben durchnumeriert vor. Die Zählung beginnt nicht beim Subkontra-A, sondern beim gedachten (physikalisch allerdings unmöglichen) Subkontra-C, das die Nummer 1 erhält. Dann ist jede absolute Tonhöhe (Abk. ABH oder A) nach folgender Formel in Form eines PL/I-Statements zu berechnen:

```
ABH = OKT*12 + INDEX(CHR,TNN) + INDEX(VZH,VZN) - 3
```

(OKT = Oktavzahl, CHR = 'CPDQEFRGSATB' = enharmonisch-chromatische Reihe, TNN = Tonname, VZH = '-∂$#+' = Reihe der Vorzeichen, VZN = Vorzeichen; die Subtraktion von 3 bewirkt, daß der Index des Vorzeichens ∂ (Erniedrigung) nachträglich den Wert -1 erhält, der des Vorzeichens # (Erhöhung) dagegen nur +1.)

Die Einführung der Variablen ABH ergab die Idee zur Einführung einer weiteren Größe LIN (Linie, abgek. auch L), die die Lage der Note im Liniensystem ohne Berücksichtigung des Vorzeichens wiedergibt. Man nehme an, daß alle Tonhöhen statt in Fünf-Linien-Zeilen, deren Lage durch Schlüssel bestimmt wird, in einem durchgehenden Liniensystem von 32 Linien Platz finden. Die Numerierung beginnt wieder auf der untersten Linie für das gedachte Subkontra-C mit 1 und wird von Linie zu Zwischenraum und weiter nach oben fortgesetzt. Eine Berechnung aus dem Zeichencode ist mit einer Formel, die aus der für ABH abgeleitet ist, möglich:

```
LIN = OKT*7 + INDEX(DIA,TNN)
```

(DIA = 'CDEFGAB' = diatonische Reihe)

In ABH erscheinen demnach alle enharmonisch gleichen Töne,

TAFEL 1B DARSTELLUNG IN ZAHLEN

UMRECHNUNGSWERTE FUER DIE VARIABLEN "LINIE" UND "ABSOLUTE TONHOEHE"

LINIE		ABSOLUTE TONHOEHE									
A0	6	A0	10	#A0	11	@A0	9	+A0	12	-A0	8
B0	7	B0	12	#B0	13	@B0	11			-B0	10
C1	8	C1	13	#C1	14	@C1	12	+C1	15		
D1	9	D1	15	#D1	16	@D1	14	+D1	17	-D1	13
E1	10	E1	17	#E1	18	@E1	16			-E1	15
F1	11	F1	18	#F1	19	@F1	17	+F1	20		
G1	12	G1	20	#G1	21	@G1	19	+G1	22	-G1	18
A1	13	A1	22	#A1	23	@A1	21	+A1	24	-A1	20
B1	14	B1	24	#B1	25	@B1	23			-B1	22
C2	15	C2	25	#C2	26	@C2	24	+C2	27		
D2	16	D2	27	#D2	28	@D2	26	+D2	29	-D2	25
E2	17	E2	29	#E2	30	@E2	28			-E2	27
F2	18	F2	30	#F2	31	@F2	29	+F2	32		
G2	19	G2	32	#G2	33	@G2	31	+G2	34	-G2	30
A2	20	A2	34	#A2	35	@A2	33	+A2	36	-A2	32
B2	21	B2	36	#B2	37	@B2	35			-B2	34
C3	22	C3	37	#C3	38	@C3	36	+C3	39		
D3	23	D3	39	#D3	40	@D3	38	+D3	41	-D3	37
E3	24	E3	41	#E3	42	@E3	40			-E3	39
F3	25	F3	42	#F3	43	@F3	41	+F3	44		
G3	26	G3	44	#G3	45	@G3	43	+G3	46	-G3	42
A3	27	A3	46	#A3	47	@A3	45	+A3	48	-A3	44
B3	28	B3	48	#B3	49	@B3	47			-B3	46
C4	29	C4	49	#C4	50	@C4	48	+C4	51		
D4	30	D4	51	#D4	52	@D4	50	+D4	53	-D4	49
E4	31	E4	53	#E4	54	@E4	52			-E4	51
F4	32	F4	54	#F4	55	@F4	53	+F4	56		
G4	33	G4	56	#G4	57	@G4	55	+G4	58	-G4	54
A4	34	A4	58	#A4	59	@A4	57	+A4	60	-A4	56
B4	35	B4	60	#B4	61	@B4	59			-B4	58
C5	36	C5	61	#C5	62	@C5	60	+C5	63		
D5	37	D5	63	#D5	64	@D5	62	+D5	65	-D5	61
E5	38	E5	65	#E5	66	@E5	64			-E5	63
F5	39	F5	66	#F5	67	@F5	65	+F5	68		
G5	40	G5	68	#G5	69	@G5	67	+G5	70	-G5	66
A5	41	A5	70	#A5	71	@A5	69	+A5	72	-A5	68
B5	42	B5	72	#B5	73	@B5	71			-B5	70
C6	43	C6	73	#C6	74	@C6	72	+C6	75		
D6	44	D6	75	#D6	76	@D6	74	+D6	77	-D6	73
E6	45	E6	77	#E6	78	@E6	76			-E6	75
F6	46	F6	78	#F6	79	@F6	77	+F6	80		
G6	47	G6	80	#G6	81	@G6	79	+G6	82	-G6	78
A6	48	A6	82	#A6	83	@A6	81	+A6	84	-A6	80
B6	49	B6	84	#B6	85	@B6	83			-B6	82
C7	50	C7	85	#C7	86	@C7	84	+C7	87		
D7	51	D7	87	#D7	88	@D7	86	+D7	89	-D7	85
E7	52	E7	89	#E7	90	@E7	88			-E7	87
F7	53	F7	90	#F7	91	@F7	89	+F7	92		
G7	54	G7	92	#G7	93	@G7	91	+G7	94	-G7	90
A7	55	A7	94	#A7	95	@A7	93	+A7	96	-A7	92

in LIN dagegen alle Töne auf der gleichen Linie (gleichen Tonnamens) mit der gleichen Zahl. LIN eignet sich u.a. zur Erfassung melodischer Strukturen, bei der Vorzeichen besser außer Acht gelassen werden. LIN und ABH zusammen spiegeln die Tonhöhe genau und unverwechselbar wider. Tafel 1B zeigt alle Tonhöhen in der Umrechnung für LIN und ABH.

3.11.3 Pausen (Zeichen- und Zahlencode)

Pausen werden als (nicht existente) Tonhöhen begriffen. Ihr Tonname heißt P, ein Vorzeichen ist nicht vorhanden (Blank), und die Werte für LIN, ABH und OKT sind natürlich gleich Ø.

Eine Caesur kann man als selbständiges musikalisches Faktum behandeln, quasi als Pause mit der Dauer Null. Ihr Tonname ist Z. Es besteht aber auch die Möglichkeit, eine Caesur als Attribut des vorhergehenden Tons aufzufassen und sie in dessen Datensatz eingehen zu lassen.

3.11.4 Unbestimmte Tonhöhen (Zeichen- und Zahlencode)

Man kann die Töne unbestimmter Tonhöhe von Schlaginstrumenten sowohl nach dem Helligkeitsgrad einstufen als auch nach der ungefähren Tonhöhe des Kernklangs. In EDM werden unbestimmte Tonhöhen in fünf Klangregionen eingeteilt, von "sehr tief" bis "sehr hoch". Die Aufzeichnung in der internen Abbildung gleicht der der Pausen: das Vorzeichen fehlt (Blank), LIN, ABH und OKT sind Ø, als Tonname wird eine abgekürzte Bezeichnung der Klangregion genommen.

3.11.5 Sprechgesang - Notation der Wiener Schule

Komponisten vornehmlich der Wiener Schule (Schönberg, Berg) kennen eine Art Sprech-Tonhöhe, die zwar in bestimmten Tonhöhen notiert ist, aber vom Sänger nur andeutungsweise realisiert werden soll. Die Wertung solcher Tonhöhen in Analysen ist Ansichtssache. In EDM werden die geschriebenen Tonhöhen eingespeichert, ein Hinweis auf die Eigenschaft als Sprech-Tonhöhe steht an anderer Stelle der Struktur, am besten im Attribut-Katalog.

3.12 Darstellung musikalischer Zeitbegriffe in Zeit-Einheiten (Tafel 2)

3.121 Grundlagen

3.121.1 Tondauer - Einsatzpunkt

Es verwundert nicht, daß zur Ausbildung der notenschriftlichen Fixierung rhythmischer Vorgänge ein Zeitraum von über 500 Jahren nötig war, wenn man bedenkt, wie komplex und schwierig die zeitlichen Bezüge der Klänge mehrstimmiger Musik zueinander und zum übergeordneten Zeiteinteilungssystem sind.

Unmittelbar sichtbar sind in der Notenschrift die Dauern der Töne sowie Länge und Begrenzungspunkte der Takte. Aus dem Zusammenhang ist zu schließen auf bevorzugte Zeitpunkte im Takt (Betonungen) und den Zeitpunkt, zu dem ein Ton beginnt bzw. endet (Einsatz-, Endpunkt). Für die Darstellung der

Zeitbezüge in der internen Abbildung müssen auch die nicht unmittelbar erkennbaren bzw. notierten Begriffe verfügbar, d.h. codierbar sein.

Eine Note kann durch ihre Gestalt nur ihren eigenen Grundwert signalisieren, der wirkliche Notenwert wird erst nach Einbeziehung eventueller Zusätze wie Punkte oder Angaben über irreguläre Teilung deutlich. Die Gesamtdauer eines Tons ist zwar meist in einer einzigen Note wiedergegeben, kann aber auch mehrere angebundene Notenwerte beanspruchen. Die Zahl der Kombinationsmöglichkeiten ist unerschöpflich.

Der Einsatzpunkt eines Tons leitet sich aus der Art des Taktes und aus der Dauer der im Takt vorangehenden Töne bzw. Pausen her. Die sprachliche Formulierung ist u.U. recht umfangreich. So bedeutet z.B. der Ausdruck "mit Beginn der zweiten Achtel-Triole im vierten Viertel" folgenden Sachverhalt: man stellt sich den Takt in gleich lange Dauern unterteilt vor, deren Länge der des Zählwerts (Viertel-Note) entspricht; das vierte Viertel denkt man sich in drei Dauern (Achtel-Triole, irreguläre Teilung) aufgeteilt und der Beginn der zweiten dieser Unterteilungen des Viertels ist der beschriebene Einsatzpunkt. Der Beispielsatz enthält vier Informationen, die insgesamt den Einsatzpunkt definieren: Art des Zählwerts (Viertel), Ordnungszahl des angesprochenen Zählwerts (vier), Unterteilung des Zählwerts (drei, Triole) und Ordnungszahl des Bruchteils des Zählwerts (zwei).

Selbstverständlich wird man den Eingabe-Code an der sprachlichen Formulierung orientieren. Die Gesamtinformation zu Tondauern bzw. Einsatzpunkten lassen sich ebenfalls in ähnlicher, aufgesplitterter Form einspeichern, zu Rechenoperationen ist aber eine solche Darstellung nicht zu gebrauchen. Für die Rechenanlage müssen Notenwert und Einsatzpunkt kompakt in einem einzigen Element zugriffsbereit sein.

3.121.2 Einheit - Irrationaler Notenwert

Die Konzentration von Tondauer oder Einsatzpunkt in einer einzigen Zahl gelingt durch Umrechnung der Notenwerte und Zählung aller Zeitwerte in Zeit-Einheiten, kurz Einheiten genannt. Die grundlegende Idee dazu bietet die Notenschrift selbst: da es theoretisch möglich ist, jeden Notenwert durch mehrere kleinere angebundene zu ersetzen, könnte man - theoretisch! - auf verschiedene Notenwerte verzichten, nur den kleinsten als Einheits-Notenwert gebrauchen und längere Zeitdauern durch Kumulation des kleinsten Werts gewinnen. (Daß ein Musiker eine solche Notation nicht mehr lesen könnte, interessiert die Rechenanlage nicht. So praxisfern ist die kleinste Zeiteinheit indessen nicht: welcher Dirigent darf es sich erlauben, nicht in der kleinsten Zeiteinheit der Partitur zu denken?) Eine bereits vor Jahren entwickelte Eingabe-Sprache [61]) benutzt die Methode des kleinsten Notenwerts, nur wird dort verlangt, alle Notenwerte bei der Eingabe selbst in das Maß der Einheiten umzurechnen.

Die Einführung des kleinsten Notenwerts als Normeinheit reicht allerdings zur Darstellung von Notenwerten in irregu-

TAFEL 2

D A R S T E L L U N G
M U S I K A L I S C H E R Z E I T B E G R I F F E
I N Z E I T - E I N H E I T E N
(GRUNDVEREINBARUNG 2)

A. G R U N D K O N V E N T I O N	IMPLIZIT
1. G R W - GRUNDWERT, KLEINSTER NOTENWERT(KEHRWERT)	128
2. G R E - GRUNDEINHEIT, EINHEITEN PRO GRW	315

B. B E R E C H N U N G E N

1. L A E N G E VON NOTENWERTEN

FORMEL: LE = (GRE*GRW*MP)/(NN*DV)
(LE = LAENGE, MP = MULTIPLIKATOR
NN = KEHRWERT NOTENWERT(NENNER), DV = DIVISOR)

BEISPIELE:

NOTE	CODE	NN	MP	DV	RECHNUNG	
	G	1	1	1	(GRE*GRW* 1)/(1* 1)	40320
	V	4	1	1	(GRE*GRW* 1)/(4* 1)	10080
	S	16	1	1	(GRE*GRW* 1)/(16* 1)	2520
	H.	2	3	2	(GRE*GRW* 3)/(2* 2)	30240
	A...	8	15	8	(GRE*GRW*15)/(8* 8)	9450
	2A3	8	2	3	(GRE*GRW* 2)/(8* 3)	3360
	4V5	4	4	5	(GRE*GRW* 4)/(4* 5)	8064
	2V.	4	2*3	2	(GRE*GRW* 6)/(4* 2)	30240
	2S.3	16	2*3	2*3	(GRE*GRW* 6)/(16* 6)	2520

2. E I N H E I T E N PRO TAKT

FORMEL: EH = (GRE*GRW*Z)/N
(Z-ZAEHLER DER TAKTART, N-NENNER DER TAKTART)

BEISPIELE:

	RECHNUNG	
4/4	(GRE*GRW* 4)/ 4	40320
3/4	(GRE*GRW* 3)/ 4	30240
11/8	(GRE*GRW*11)/ 8	55440
3/16	(GRE*GRW* 3)/16	7560

3. E I N S A T Z P U N K T

FORMEL: EZ = (GRE*GRW*(ZL-1))/ZZ + 1
(ZZ = ZAEHLWERT(KEHRWERT), ZL = ZAEHLWERTZAHL)

BEISPIELE:

PUNKT	CODE	ZZ	ZL	RECHNUNG	
2.VIERTEL	V2	4	2	(GRE*GRW*(2-1))/ 4 + 1	10081
10.SECHZEHNTEL	S10	16	10	(GRE*GRW*(10-1))/16 + 1	22681
3.TRIOLENACHTEL DES 2.VIERTEL (=6.TRIOLENACHTEL)	(2A3)6	8*3/2	6	(GRE*GRW*(6-1))/(8*3/2)+1	16801

lärer Teilung nicht aus; keine Zeitdauer irregulärer Teilung ist durch das ganzzahlige Vielfache eines noch so kleinen Notenwerts der normalen Zwei-Teilung zu ersetzen, der Wert einer Achtel-Triole entspricht beispielsweise dem von 1.333.. Sechzehntel-Noten oder 10.666... Hundertachtundzwanzigstel-Noten.

Auch die Notenschrift verläßt in der Darstellung der iregulären Teilung die Logik der Notenwert-Ordnung. Durch Teilungszahlen werden Notenwerte eingeführt, die in bildlicher Form gar nicht vorhanden sind. Warum soll man sich also an den kleinsten real schreibbaren Notenwert halten? Es läßt sich auch eine andere Teilung der Notenwerte als die übliche Zwei-Teilung denken (historisches Beispiel: rote Notation um 1400).

In EDM ist ein irrationaler Notenwert eingeführt. Der kleinste geschriebene Notenwert wird noch einmal so unterteilt, daß sich alle Werte irregulärer Teilung als ganzzahlige Vielfache des irrationalen Notenwerts, der Zeit-Einheit begreifen lassen. Man kann den irrationalen Notenwert, der benötigt wird, mit einer Formel berechnen:

$$inw = \frac{knw}{it_1 \cdot it_2 \cdot \ldots \cdot it_n}$$

(inw = irrationaler Notenwert, knw = kleinster geschriebener Wert, $it_1 \ldots it_n$ = Teilungszahlen)

Sollte in einem Werk die kleinste Note eine Sechzehntel-Note sein und 3 sowie 7 als Teilungszahlen vorkommen, müßte der irrationale Notenwert einer 1/336-Note entsprechen; eine Achtel-Note wäre dann gleich 28/336, ein Septolen-Sechzehntel (auf Viertel bezogen) gleich 12/336.

In der Praxis - Bruchrechnen ist die Sache des Computers nicht - rechnet man mit den Kehrwerten, wenn Stammbrüche vorliegen, und man wählt als Einheit einen möglichst kleinen Wert, um alle Werte als ungeteilte Vielfache der Einheit darstellen zu können. So nehme ich den irrationalen Notenwert als Zeiteinheit; jeder größere Notenwert wird durch die Zahl der Einheiten, die ihn ausfüllen, bezeichnet. Der Grundwert GRW ist der Nenner des kleinsten geschriebenen Notenwerts, die Grundeinheit GRE das Produkt aller Teilungszahlen. Da die Grundwert-Note soviel Einheiten enthalten muß, wie GRE angibt, hat die Ganze Note immer den Wert von GRW · GRE Einheiten. Alle anderen Notenwerte, regulärer oder irregulärer Teilung, lassen sich aus den Eckwerten errechnen.

Um nicht beim Aufruf jedes Programms, das musikalische Zeitdauern bearbeitet, Grundwert (GRW) und Grundeinheit (GRE) eingeben zu müssen, sind in EDM die Implizitgrößen GRW = 128 und GRE = 315 eingesetzt. Eine kleinere Note als 1/128 konnte ich in der Musikliteratur bisher nicht entdecken; und 315 ist das Produkt der Zahlen 5, 7 und 9. Andere irreguläre Teilungen werden in der Musikpraxis sehr frei genommen und meist in kleinere Gruppen zerlegt. Will man jedoch eine genaue Dokumentation, lassen sich die Implizitwerte in den Programmen ohne besondere Schwierigkeiten ändern, weil sie nicht als Konstanten, sondern als initialisierte Variable unter den vorgenannten Namen in die Programme eingebaut sind.

Die Implizitwerte haben übrigens den Vorteil, für den häufigsten Zählwert, die Viertel-Note, eine fast glatte Zahl zu ergeben, nämlich 10080, was Kontrollen sehr erleichtert.

3.122 Darstellung

3.122.1 Tondauern

Tondauern werden in der internen Darstellung grundsätzlich in einer einzigen Zahl von Einheiten angegeben, gleichgültig, ob die Tondauer in einer Note oder mehreren angebundenen notiert ist, ob die Tondauer innerhalb eines Taktes liegt oder Taktgrenzen überschreitet. Die Dokumentation des tatsächlichen Schriftbildes kann anders erfolgen (vgl. TL. DOKUMENTATION, 3.222.11).

Die Formel zur Umrechnung des Werts einer Einzelnote (mit allen Zusätzen) lautet:

$$le = \frac{gre \cdot grw \cdot f \cdot (2^{(p+1)}-1)}{nw \cdot tl \cdot 2^p}$$

(le = Zahl der Einheiten, gre = GRE, grw = GRW, p = Zahl der Verlängerungspunkte (Wert Ø, wenn keine Punkte vorhanden), nw = Kehrwert des geschriebenen Notenwerts, f = Ausgleichsfaktor zur Erhöhung des geschriebenen Notenwerts auf den Notenwert, auf welchen sich die Teilungszahl bezieht (vgl. Eingabe Notenwerte, 4.543.1), tl = Teilungszahl (Wert tl und f gleich 1 bei regelmäßiger Zwei-Teilung))

Die Länge eines in mehreren angebundenen Einzelnoten geschriebenen Tons errechnet sich durch Aufsummieren der Umrechnungswerte für die Einzelnoten.

Die Zahl der Einheiten gibt nur Auskunft über die relative Tondauer. Die absolute Zeitdauer eines Tons, am besten meßbar in sec/1000, ergibt sich aus dem Bezug der relativen Tondauer zum vorgeschriebenen, in Metronom-Zahlen zu präzisierenden Tempo. Es ist bekannt, daß viele Musiker gegen Metronom-Zahlen geradezu allergisch sind. Trotzdem müssen auch sie durch die Wahl eines Tempos die relativen Tondauern in absolute Zeitdauern umsetzen. Darum geht die Methode EDM davon aus, daß in jedem Fall die Relation Notenwert/Zeitdauer als Metronom-Angabe eingespeichert wird. Wer Metronom-Zahlen für unrichtig hält, kann bei Analysen auf die Auswertung der absoluten Zeitdauern verzichten (vgl. 4.43.2).

Die Umrechnung der relativen Dauer (le) in die absolute Dauer (lms) kann mit Hilfe folgender Formel erfolgen:

$$lms = \frac{le \cdot 60000}{bgr \cdot mm}$$

(bgr = Bezugsnotenwert der Metronomangabe, umgerechnet in Einheiten, mm = Metronomzahl, lms = Tondauer in sec/1000)

Die Zeitdauern, absolut oder relativ, gelten gleichermaßen für die Längen von Tönen und Pausen sowie für die Dauern sonstiger Vorgänge, z.B. crescendo oder ritardando.

3.122.2 Begrenzungspunkte - Einsatzpunkt, Endpunkt, addierter Zeitpunkt

Wie bereits ausgeführt wurde, gilt als Einsatzpunkt eines

Tons bzw. einer Pause der Punkt, der auf den letzten Punkt folgt, zu dem das vorhergehende Ereignis, Ton oder Pause, noch andauert. Der Einsatzpunkt 1 bezeichnet den Taktanfang; jeder Takt hat so viele Zeitpunkte, wie der der Taktlänge äquivalente Notenwert Einheiten zählt.

Ein Einsatzpunkt kann nur in relativen Zeitdauern angegeben werden. Er errechnet sich so:

$$ep = zw \cdot (zl-1) + \frac{zw \cdot (ul-1)}{ut} + 1$$

(ep = Einsatzpunkt innerhalb des Taktes, zw = Zählwert, umgerechnet in Einheiten, zl = Ordnungszahl des Zählwerts, ut = Unterteilung des Zählwerts, ul = Ordungszahl der Unterteilungsdauer)

Als Endpunkt wird nicht der letzte Zeitpunkt genommen, zu dem das musikalische Ereignis noch andauert, sondern der unmittelbar darauf folgende. Er ist somit identisch mit dem Anfangspunkt des folgenden Ereignisses.

Der Einsatzpunkt im engeren Sinn beschreibt die Stellung innerhalb eines Taktes, zur genauen Bestimmung der Position eines musikalischen Geschehens gehört auch die Taktnummer. Taktzahl und Einsatzpunkt werden praktischerweise in einer einzigen Zahl, dem "addierten" Einsatzpunkt, zu einer kompakten Information zusammengezogen. Einfach die Einheiten, d.h. die Zeitpunkte, über die Taktgrenzen hinweg durch das ganze Werk weiterzuzählen, würde voraussetzen, daß kein Taktwechsel stattfindet, oder den ständigen Vergleich mit den in der Datei TKT gespeicherten Werten zum Zeitablauf fordern. Eine bessere Lösung ist es, die Taktnummer mit einem konstanten Faktor zu multiplizieren und den Einsatzpunkt hinzuzurechnen. Der Faktor ist so groß gewählt, daß die Zahl der Einheiten des längsten Takts (16/4 ?) überschritten wird, aber noch so klein, daß die Multiplikation mit vierstelligen Taktzahlen in einer Bin fixed(31)-Variablen ausführbar ist. Der Faktor ist implizit mit 200000 eingesetzt.

3.122.3 Betonung

Ganz ohne Nachteile ist die Rechnung in Einheiten leider nicht. Der Zählwert der Taktart gliedert den Takt nicht nur, er qualifiziert auch bestimmte Punkte innerhalb des Takts zu besonders betonten. Mit der Einführung der Einheit als einzigem Notenwert geht diese Gliederungsfunktion des Zählwerts verloren. Die Qualifikation der Betonungspunkte ist jedoch in der Verbindung mit den Zeitstruktur-Daten in TKT jederzeit rekonstruierbar. Außerdem wird der Betonungsgrad eines Tones, den ihm die Position im Taktgefüge verleiht, bei der Einordnung in den Zeitablauf berechnet und in der Datei TLN gespeichert.

3.123 Rückrechnung

Aus der Darstellung in Zeiteinheiten ist korrekt auf die Angaben der Notenschrift zurückzuschließen, d.h. die Rückrechnung bringt ein Ergebnis, das, notiert, die eingegebene Tondauer bzw. den beschriebenen Einsatzpunkt genau wiedergibt; wegen des Variantenreichtums der Notation kann jedoch das Original etwas anders, aber sinngemäß gleich, aussehen.

3.2 Aufbau und Code der Strukturen der maschineninternen Abbildung

3.21 TK (Datei TKT) (Tafel 3 A/B)

Die Struktur TK ordnet die Informationen, die in den Sätzen der Datei TKT (Takt, Zeitstruktur) enthalten sind. TKT speichert den gesamten zeitlichen Ablauf des Werkes. Die gesonderte Aufzeichnung der übergeordneten Zeitstruktur - ein deutlicher Unterschied zu den anderen Eingabe-Methoden - vereinfacht nicht nur die Gestaltung und Darstellung der anderen Daten der Partitur, sie erlaubt auch, rasch und sicher Bezüge zwischen den Daten der einzelnen Töne oder den Harmonie-Abschnitten herzustellen, nicht unähnlich der musikalischen Praxis, in der nur die übergeordnete Zeitstruktur das Zusammenspiel der Stimmen zu garantieren vermag.

Zum Zeitablauf eines Werkes gehören alle Zeitregelungen, die für sämtliche Stimmen gleichermaßen gelten. (Die Aufnahme überlagernder Taktarten z.B., die nur für einen Teil der Stimmen gültig sind, widerspricht dem Grundsatz nicht; das Resultat, die Verquickung verschiedener Taktarten, berührt alle Stimmen.)

3.211 Informationen - Aufbau der Struktur

Den Zeitablauf können Anweisungen folgender Art beeinflussen:

a) Taktart	Art und Zahl der Zählwerte Lage der betonten Punkte im Takt
b) Tempo	Metronomzahl und Bezugsgröße
c) Fließende Tempoveränderung (z.B. rit. oder string.)	Art, Zeitpunkt und Zeitdauer der Veränderung
d) Freiheiten im Taktablauf (kadenzähnliche Passagen)	Zeitliche Begrenzung Tondauernrelationen
e) Wiederholungen (einschl. Klammer 1)	Anfangs- und Endpunkt
f) Repetitionen	dto.
g) Überlagernde Taktarten	Art und Zahl der Zählwerte Lage der betonten Punkte Relation der Zeitdauern
h) Wörtliche Angaben	Wortlaut (Sinn ggf. unter andere Punkte fallend)
i) Gültigkeitsdauer der Anweisung	Anfangs- und Endpunkt

Daß der Aufbau der Struktur TK den genannten Punkten folgt, ist unübersehbar.

Zusätzlich sind, wie in jede andere Struktur der internen Abbildung, Variable aufgenommen, die die übergebenen Informationen in anderer Art und für Rechenoperationen geeigneter bereithalten.

Für jeden Zeitpunkt, zu dem eine der aufgeführten Angaben zum Zeitablauf eine Änderung erfährt - der Eintritt eines Ereignisses ist ebenso eine Änderung wie das Erlöschen der Gültigkeit einer Anweisung - wird ein Satz in TKT gespei-

chert. Weiterhin gültige Daten werden aus dem vorausgehenden Satz übernommen, so daß aus einem Satz alles hervorgeht, was den Zeitablauf zwischen dem Zeitpunkt der Gültigkeit (TNR, EIN, AFP) und dem Zeitpunkt des nächsten Wechsels (WT, WE, WP) betrifft.

3.212 Unterstrukturen - Elemente - Code

3.212.1 ZEITPUNKT

Mit dem bezeichneten Zeitpunkt treten ein oder mehrere Ereignisse im Zeitablauf neu auf. Die Bezeichnungen Einsatz-, End-, Wechselpunkt beziehen sich auf den Einsatz innerhalb des Taktes, das Attribut "addiert" weist auf die Einbeziehung der Taktnummer hin.

Der Zeitpunkt des ersten Satzes ist der Anfangspunkt des Werks. Die Taktnummer Ø im ersten Satz besagt, daß das Stück auftaktig beginnt.

3.212.2 ART

Diese Unterstruktur gibt Aufschluß darüber, in welcher Informationsart mit Beginn des Zeitpunkts Veränderungen aufgetreten sind. Die Bedeutung der Abkürzungen T, M, V usw. ist an den Unterstrukturen Taktart, Tempo etc. abzulesen. Die gleichen Abkürzungen werden auch im Eingabecode benutzt.

3.212.3 WECHSEL / EDP

Der Zeitpunkt des folgenden Satzes TK ist in NAECHSTER_ WECHSEL vorweggenommen. Wann der Wechsel in den verschiedenen Informationsarten auftritt, ist in WSP aufgeschlüsselt; die Reihenfolge in WSP entspricht der in ART.A.

Der Endpunkt des Werks steht in EDP bereit.

3.212.4 TAKTART (Information "T")

Um die Länge eines Taktes nicht ständig aus Zähler und Nenner der Taktart (ZR, NN) neu berechnen zu müssen, ist EH eingeführt. Die Nebenbetonungspunkte (NB) sind diejenigen Zeitpunkte im Takt, die nach dem Taktanfang besonders betont sind, und zwar über den Grad hinaus, den die Betonung zum Beginn eines Zählwerts ohnehin besitzt. Wenn bei der Eingabe auf die Angabe der Nebenbetonungspunkte verzichtet wird, erfolgt die Berechnung automatisch unter Einhaltung folgender Regeln: keine Nebenbetonung, wenn der Zähler der Taktart kleiner als 4 ist; ist der Zähler durch 2 teilbar, liegt die erste Nebenbetonung in der Mitte des Takts; ist darüberhinaus der Zähler durch 4 zu teilen, gibt es eine zweite Nebenbetonung zu Beginn des zweiten und eine dritte zu Beginn des vierten Viertels der Gesamtdauer des Takts; ist dagegen der Zähler durch 3 teilbar, finden sich Nebenbetonungen zum Beginn des zweiten und dritten Drittels des Takts; die Teilbarkeit durch 2 bzw. 4 hat Vorrang vor der durch 3.

M A S C H I N E N I N T E R N E A B B I L D U N G
D E R N O T E N S C H R I F T

TAFEL 3A S T R U K T U R T K (AUFBAU)

```
+-----------------------------------------------------------------------+
| 1 TK,                                  |                              |
|   2 ZEITPUNKT,                         |  BEGINN DER GUELTIGKEIT      |
|     3 TNR       BIN FIXED(31),         |  TAKTNUMMER                  |
|     3 EIN       BIN FIXED(31),         |  EINSATZPUNKT (IN EINHEITEN) |
|     3 AFP       BIN FIXED(31),         |  EINSATZPUNKT (ADDIERT)      |
|   2 ART,                               |  ART DER NEUINFORMATION      |
|     3 A(32)     BIT(1),                |  FOLGE: T,M,V,F,W,R,A,UA,UE,E,--|
|   2 WECHSEL,                           |                              |
|     3 NAECHSTER_WECHSEL,               |                              |
|       4 WT      BIN FIXED(15),         |  TAKTNUMMER                  |
|       4 WE      BIN FIXED(31),         |  EINSATZPUNKT                |
|       4 WP      BIN FIXED(31),         |  WECHSELPUNKT  (ADDIERT)     |
|     3 WECHSEL_NACH_ART,                |                              |
|       4 WSP(8) BIN FIXED(31),          |  WECHSELPUNKTE (ADDIERT)     |
|                                        |  REIHENFOLGE: T,M,V,F,W,R,A,U |
|   2 EDP         BIN FIXED(31),         |  ENDPUNKT DES WERKS (ADDIERT) |
|   2 TAKTART,                           |  "T" - INFORMATION           |
|     3 (ZR,NN)   BIN FIXED(15),         |  ZAEHLER, NENNER             |
|     3 EH        BIN FIXED(31),         |  ZAHL DER EINHEITEN PRO TAKT |
|     3 NB(3)     BIN FIXED(31),         |  NEBENBETONUNGSPUNKTE IM TAKT |
|   2 TEMPO,                             |  "M" - INFORMATION           |
|     3 BGR       BIN FIXED(31),         |  BEZUGSNOTENWERT (IN EINHEITEN) |
|     3 MM        BIN FIXED(31),         |  METRONOMZAHL                |
|     3 ESC       BIN FIXED(31),         |  EINHEITEN PRO SEC           |
|   2 FLIESSENDE_TEMPOVERAENDERUNG,      |  "V" - INFORMATION           |
|     3 DAUER_UND_ENDE,                  |                              |
|       4 DEV     BIN FIXED(31),         |  DAUER (IN EINH)             |
|       4 EVP     BIN FIXED(31),         |  ENDPUNKT (ADDIERT)          |
|     3 AENDERUNGS_ANWEISUNG,            |                              |
|       4 AW      CHAR(10),              |  ANWEISUNG IN WORTEN         |
|       4 AC      BIN FIXED(15),         |  ANWEISUNG IN ZAHLENCODE     |
|   2 FREIER_TAKT,                       |  "F" - INFORMATION           |
|     3 DAUER_UND_ENDE,                  |                              |
|       4 DEF     BIN FIXED(31),         |  DAUER (IN EINH)             |
|       4 DFK     BIN FIXED(31),         |  DAUER, GEGEN NWE GEKUERZT   |
|       4 EFP     BIN FIXED(31),         |  ENDPUNKT (ADDIERT)          |
|     3 NOTENWERT,                       |  GESCHRIEBENE NOTENWERTE (SUMME)|
|       4 NWE     BIN FIXED(31),         |  NOTENWERTE IN EINHEITEN     |
|       4 NWK     BIN FIXED(31),         |  NWE, GEKUERZT GEGEN DEF     |
|   2 WIEDERHOLUNG,                      |  "W" - INFORMATION           |
|     3 AWP       BIN FIXED(31),         |  WDH.-ANFANGSPUNKT (ADD.)    |
|     3 KLP       BIN FIXED(31),         |  ANFANGSPUNKT KLAMMER 1 (ADD.) |
|   2 REPETITION,                        |  "R" - INFORMATION           |
|     3 RAP       BIN FIXED(31),         |  ANFANGSPUNKT (ADDIERT)      |
|     3 REP       BIN FIXED(31),         |  ENDPUNKT     (ADDIERT)      |
|   2 ANGABEN     CHAR(44),              |  "A" - INFORMATION,  TEXT    |
|   2 UEBERLAGERUNG(2),                  |  "U" - INFORMATION BZW,"UA"/"UE"|
|     3 TAKTART_UE,                      |  AUFBAU WIE TAKTART          |
|       4 ZRU     BIN FIXED(15),         |  ZAEHLER                     |
|       4 NNU     BIN FIXED(15),         |  NENNER                      |
|       4 EHU     BIN FIXED(15),         |  EINHEITEN PRO UEBERL.TAKT   |
|       4 NBU(3) BIN FIXED(15),          |  NEBENBETONUNGSPUNKTE        |
|     3 AEQUIVALENZ,                     |  VERHAELTNIS DER ZEITWERTE   |
|       4 HWT     BIN FIXED(31),         |  HAUPTWERT (NOTENWERT HAUPTTAKT)|
|       4 HWK     BIN FIXED(31),         |  HWT, GEGEN AQT GEKUERZT     |
|       4 AQT     BIN FIXED(31),         |  AEQU.-WERT(NOTENWERT UEB. TAKT)|
|       4 AQK     BIN FIXED(31);         |  AQT, GEGEN HWT GEKUERZT     |
+-----------------------------------------------------------------------+
```

TAFEL 3B S T R U K T U R T K (CODE)

VARIABLE	ZC *	INHALT *	BEDEUTUNG
TNR	Z0	0 - 9999	TAKTNUMMER
EIN	Z	1 - G31	EINSATZPUNKT IM TAKT
AFP	Z	1 - G31	EINSATZPUNKT (ADDIERT)
			(= TNR*200000 + EIN)
A (ARRAY)	B	'0'B/'1'B	BIT ZEIGT AUF INFORMATIONSART
WT	Z0	0 - 9999	TAKTNUMMER
WE	Z	1 - G31	EINSATZPUNKT IM TAKT
WP	Z	1 - G31	WECHSELPUNKT (ADDIERT)
WSP(ARRAY)	Z	1 - G31	WECHSELPUNKTE (ADDIERT)
			FOLGE: T,M,V,F,W,R,A,U
EDP	Z	1 - G31	ENDPUNKT DES WERKS (= LETZTES AFP)
ZR, ZRU	Z	1 - G15	ZAEHLER (IN ZAHLEN)
NN, NNU	Z	1 - G15	NENNER (IN ZAHLEN)
EH, EHU	Z	1 - G31	ZAHL DER EINHEITEN PRO TAKT
NB(ARRAY),			
NBU(ARRAY)	Z	1 - G31	NEBENBETONUNGSPUNKTE
		0	NEBENBET.-PUNKT NICHT ZUTREFFEND
BGR	Z	1 - G31	WERT DER BEZUGSNOTE (IN EINHEITEN)
MM	Z	1 - G31	METRONOMZAHL
ESC	Z	1 - G31	ZAHL DER EINHEITEN PRO SEKUNDE
DEV	Z	1 - G31	DAUER DER TEMPOVERAENDERUNG (EINH.)
EVP	Z	1 - G31	ENDPUNKT (ADDIERT)
AW	10A	WORT	ANWEISUNG IN WORTEN
AC	Z0	1 - G15	FREI ZU VEREINBAREN: IMPIZIT:
		1	'RIT.', 'RITARD.', 'RITARDANDO'
		5	'RALL.', 'RALLENT.'
		51, 55, 55	'ACCEL.', 'STRING.', 'STRINGENDO'
		99	'FERMATE'
DEF	Z	1 - G31	DAUER DES TAKTFREIEN ABSCHNITTS
EFP	Z	1 - G31	ENDPUNKT (ADDIERT)
NWE	Z	1 - G31	SUMME DER NOTENWERTE IM ABSCHNITT
DFK, NWK	Z	1 - G31	VERHAELTNIS DEF : NWE
AWP	Z	1 - G31	ANFANGSPUNKT WIEDERHOLUNG (ADDIERT)
KLP	Z	1 - G31	ANFANGSPUNKT KLAMMER 1 (ADDIERT)
RAP, REP	Z	1 - G31	ANFANGS-,ENDPUNKT REPETITION (ADD.)
ANGABEN	44A	WORTE	TEXT-ANGABEN
HWK, AQK	Z	1 - G31	VERHAELTNIS HWT : AQT

* ZEICHENART:
- Z0 -> NICHT NEGATIVE GANZE ZAHL
- Z -> GANZE ZAHL > 0
- A -> ALPHAZEICHEN
- B -> BIT ('1'B = ZUTREFFEND)

ZAHLENGRENZEN: G15 = 2**15-1 G31 = 2**31-1

3.212.5 TEMPO (Information "M")

Die Bezugsgröße für die Metronomzahl ist in BGR als Notenwert behandelt und darum in Einheiten umgerechnet. Obwohl die absolute Zeitdauer von Tönen immer in sec/1000 gemessen wird, ist in ESC die Zahl der Einheiten pro Dauer einer vollen Sekunde angegeben, um Rundungsfehler zu vermeiden und bei der Errechnung der absoluten Tondauer möglichst oft unter der Fixedoverflow-Grenze zu bleiben.

3.212.6 FLIESSENDE_TEMPOVERAENDERUNG (Information "V")

Die Anzeige einer Tempoveränderung in Worten ist rechnerisch nicht zu verwerten, darum folgt auf den Text der Anweisung (AW, auf 10 Zeichen gekürzt) eine Code-Zahl, die sich auf den Implizitcode stützen kann, aber auch über die Eingabe frei vereinbar ist. Dauer (DEV) und Endpunkt (EVP) der Veränderung sind ebenfalls in die Unterstruktur aufgenommen.

3.212.7 FREIER_TAKT (Information "F")

In Kadenzen oder ähnlichen Passagen verlassen Komponisten oft das starre Gerüst des Takts. Dann finden sich in einem Takt meist wesentlich mehr, seltener weniger Notenwerte als eigentlich in den Takt passen. Die Zeitordnung ist nicht mehr korrekt durchgehalten, ein Begriff verliert seine Bedeutung: entweder haben die geschriebenen Notenwerte nicht die Länge, die sie durch ihr Bild anzeigen, oder das Taktschema ist zugunsten einer freien Aneinanderreihung von Tondauern aufgegeben. Da in EDM die Bedeutung codiert wird und nicht das Bild, das die Notenschrift bietet, muß diese Ausnahmesituation aufgezeigt werden. Zur genauen Definition genügen zwei Angaben: die Dauer des taktfreien Abschnitts (DEF), d.h. die Dauer der Notenwerte, die den taktfreien Abschnitt regulär ausfüllen würden, sowie die Dauer aller Notenwerte im taktfreien Abschnitt (NWE), die der Komponist tatsächlich geschrieben hat. Die Variablen DFK und NWK geben das Verhältnis von DEF zu NWE gekürzt wieder, um in den Umwandlungsprogrammen Problemen mit der Fixedoverflow-Bedingung zu begegnen. Die Unterstruktur steht in engem Zusammenhang mit TL.TONDAUER_FR (vgl.3.222.5).

3.212.8 WIEDERHOLUNG / REPETITION (Inf. "W" und "R")

Der Endpunkt der Wiederholung (Wiederholungsendzeichen) ist der des in ZEITPUNKT gegebenen, der Anfangspunkt steht in AWP, ggf. der Beginn einer Klammer 1 in KLP.

Eine Repetition unterscheidet sich von einer Wiederholung dadurch, daß ein Werkteil nicht unmittelbar folgend wiederholt, sondern an einer späteren Stelle unverändert eingefügt wird. In ZEITPUNKT ist die Stelle des Einschubs, in RAP/REP der Anfangs- bzw. Endpunkt des zu repetierenden Abschnitts eingespeichert. Die R-Information dient besonders der Erleichterung der Eingabe und Bearbeitung von Popular-Musik. Sie kann als einzige Informationsart mit dem letzten Satz, der E-Information, gekoppelt werden.

3.212.9 ANGABEN (Information "A")

Der vollständigen Dokumentation wegen stehen hier textliche Anweisungen des Komponisten.

3.212.10 UEBERLAGERUNG (Information "U" bzw. "UA"/"UE")

Überlagernde Taktarten - berühmtes Beispiel: 1.Finale in Mozarts Oper "Don Giovanni" - sind ebenso wie die Haupttaktart durch Zähler, Nenner und Nebenbetonungen beschreibbar. Hinzu kommt das Verhältnis der Tondauern der überlagernden Taktart zu denen der Haupttaktart; einer beliebigen Tondauer der Haupttaktart (HWT) steht genau die Tondauer aus der überlagernden Taktart (AQT) gegenüber, die in absoluter Zeitdauer der erstgenannten äquivalent ist. HWT uns AQT werden in HWK/AQK auf das bloße Verhältnis gekürzt.

3.212.11 Ende (Information "E")

Mit dem in ZEITPUNKT bezeichneten Punkt endet das Werk. Gemäß der Vereinbarung zur Darstellung musikalischer Zeitbegriffe ist der Endpunkt der Punkt, der unmittelbar auf den letzten Punkt der Gesamtdauer des Werkes folgen würde.

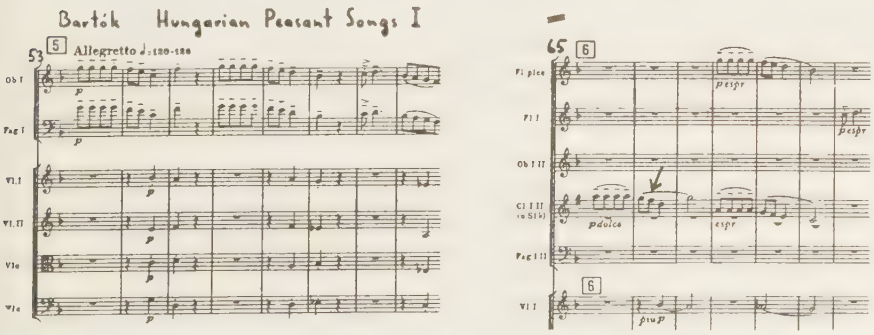
3.22 T L (Datei TLN)

In der Datei TLN finden sich alle Informationen über die Einzeltöne einer Partitur, geordnet in der Struktur TL.

Die Töne sind stimmenweise in der Folge der Eingabe gespeichert. Jede Stimme wird über die gesamte Werkdauer geführt; eventuelle Lücken in der Eingabe sind durch Pausen ausgefüllt.

3.221 Informationen - Aufbau der Struktur

Am Beispiel einer beliebig aus einer Partitur herausgegriffenen Note wird der Aufbau der Struktur TL deutlich.



Die kleine, mit Pfeil bezeichnete Note liefert unmittelbar, d.h. durch ihre Gestalt und ihre Position sowie ihre nächste Umgebung, Informationen über:

a) zu spielende Tonhöhe (Fis'')
b) relative Tondauer (Achtel-Note)
c) Artikulation (gebunden, 2.Note unter Bogen).

Aus dem Bezug der Note zum gesamten Umfeld der Partitur sind weitere Informationen zu gewinnen:
d) Instrument (1.Klarinette in B (B))
zu a) tatsächlich klingende Tonhöhe (E'', Transposition)
e) Einsatzpunkt (Takt 66, 2.Achtel)
f) Betonung (schwach, Beginn auf halbem Zählwert)
g) Absolute Tondauer (ca. 25o/1000 sec, da Tempo ♩ = 120-126)
h) Dynamik (piano) und Ausdruck (dolce, espr.)
i) Tonart

In der aufgeführten Liste von Merkmalen ist die vom Komponisten im Notenbild niedergelegte Beschreibung der Klangeigenschaften des Tons vollständig wiedergegeben, nicht jedoch das äußere Bild der Note.

Die gefundenen Merkmale lassen sich in Gruppen gliedern:
1. Tonhöhe
2. Tondauer und Begrenzung der Tondauer
3. Instrument
4. Attribute, d.h. Angaben zu Dynamik, Artikulation, Intensität etc.

Hinzu kommt:
5. äußeres Notenbild.

An weiteren Informationen können auftreten:
6. Generalbaß-Bezifferung
7. strukturelle Hinweise (vgl. 4.543.8)
8. Text (in Vokalwerken).

Diese Gruppen bilden als Unterstrukturen das Gerüst von TL.

3.222 Unterstrukturen - Elemente - Code

3.222.1 TONNUMMER

Die Tonnummern (NR_T und NR_R bzw. das Array NR) dienen dazu, Sätze wiederzufinden und Verbindungen zwischen den Dateien TLN und THA/ZKG zu erleichtern. Nur NR_T ist fortlaufend durchnumeriert. NR_R hat über die Nummer hinaus Informationswert: nur echte Töne haben eine Nummer, Pausen werden übergangen (Wert Ø), und Sätze, die zusammen einen Ton wiedergeben (vgl. Folgesätze 3.222.7), erscheinen unter gleicher Nummer.

3.222.2 TONHOEHE

Der tatsächlich klingende Ton wird nach den Regeln der Grundvereinbarung 1 (vgl. 3.11) in die Struktur aufgenommen.

Transpositionsvorschrift und geschriebene Tonhöhe fallen ggf. in den Bereich der Unterstruktur DOKUMENTATION, ebenfalls der gültige Schlüssel sowie allgemein vorgeschriebene Vorzeichen.

3.222.3 TONDAUER

Die relative Tondauer steht in LE, die absolute in LMS. Die Begrenzungspunkte sind doppelt markiert, einmal in Taktnummer

und Einsatzpunkt (TA/EA und TE/EE) und daneben beides in addierten Einsatzpunkten zusammengefaßt (PA, PE).

Oft sind vergleichsweise primitive Sachverhalte besonders problematisch für die Behandlung in der EDV, vor allem, wenn sie mit Unregelmäßigkeiten verbunden sind. So ist es bei geschriebenen Wiederholungen. Die gleiche Taktnummer erscheint nun mehrmals, und falls eine Verzweigung zum Ende der Wiederholung durch Setzen der Klammer 1 gegeben ist, gibt es unter gleicher Taktnummer verschiedene Klangbilder. Man könnte sich helfen, indem man die Takte eines Werkes mit solchen Wiederholungen so durchzählt, daß Wiederholungen scheinbar entfallen. Mit WHL ist eine Vereinfachung angeboten: ist der Wert größer als Ø, liegt der Ton in einer Wiederholungsphase und WHL zeigt die Zahl des Durchgangs an.

3.222.4 TONDAUER_UE

Man erinnere sich an das 1.Finale in Mozarts "Don Giovanni": drei Orchester sind auf der Bühne aufgeboten, um das Fest Don Giovannis in seinen räumlichen und psychologischen Ebenen erfahrbar werden zu lassen. Ein Orchester stimmt das berühmte Menuett an, die anderen Orchestergruppen fallen mit mehr ländlich chrakterisierten Weisen im 2/4 bzw. 3/8-Takt ein. Das Menuett dominiert in Melodie und Rhythmik, es ist schließlich Don Giovannis Fest, die Rhythmik der anderen Weisen ist zwar gewissermaßen selbständig, ist aber ohne die Beziehung zur Haupttaktart des Menuetts, ohne den Kontrast, zu wenig reizvoll, so, wie die Personen um Don Giovanni erst in der Beziehung zu ihm Profil gewinnen.

Ein Klang, dessen rhythmische Beziehungen nach zwei Ebenen tendieren, muß in allen Beziehungen dokumentiert werden. In TONDAUER findet man die Werte aus der Beziehung zur Haupttaktart, in TONDAUER_UE die zur überlagernden, in die die Noten eingeschrieben sind. Im o.a. Beispiel würden die Tondauern des 2.Orchesters im 2/4-Takt in TONDAUER als dem Menuett zugehörend erscheinen, in TONDAUER_UE mit den Werten der eigenen Taktart.

TONDAUER_UE unterscheidet sich nur unwesentlich von TONDAUER. Da die absolute Zeitdauer gleicht bleibt, kann die wiederholte Angabe entfallen. U weist auf den Index im Array TK.UEBERLAGERUNG, unter dem die zugehörige überlagernde Taktart zu finden ist.

Am Anfang eines Abschnitts mit überlagernder Taktart werden Taktnummer und Einsatzpunkt aus TA/EA nach TA_UE/EA_UE übertragen, dann werden TA_UE/EA_UE laufend in der überlagernden Taktart fortgeschrieben.

3.222.5 TONDAUER_FR

Auf die freie Schreibweise in kadenzähnlichen Passagen ist bereits in Kapitel 3.21 aufmerksam gemacht worden.

Das Ganze ist eine Interpretationsfrage: Welchen Wert hat der in einem taktfreien Abschnitt stehende Notenwert wirklich? Wie ist seine Beziehung zur weiterhin gültigen Taktart? Inwiefern bleibt die Taktart überhaupt noch bestehen?

TAFEL 4A S T R U K T U R T L (AUFBAU)

(NUR BEDEUTUNGSORIENTIERTE TEILE, VGL. TAFEL 4C)

```
| 1 TL,                                |                                      |
|   2 TONNUMMERN,                      |                                      |
|     3 NR_T      BIN FIXED(31),       |  TONNUMMER (TOTAL)                   |
|     3 NR_R      BIN FIXED(31),       |  TONNUMMER (REAL), OHNE PAUSEN       |
|   2 TONHOEHE,                        |                                      |
|     3 LIN       BIN FIXED(15),       |  LINIE, LAGE IM LINIENRAUM           |
|     3 ABH       BIN FIXED(15),       |  ABSOLUTE TONHOEHE, ENH.- CHROMAT.   |
|     3 OKT       BIN FIXED(15),       |  OKTAVLAGE                           |
|     3 VZN       CHAR(1),             |  VORZEICHEN                          |
|     3 TNN       CHAR(1),             |  TONNAME                             |
|   2 TONDAUER,                        |  IN HAUPTTAKTART                     |
|     3 ANFANG,                        |                                      |
|       4 TA      BIN FIXED(31),       |  TAKTNUMMER                          |
|       4 EA      BIN FIXED(31),       |  EINSATZPUNKT                        |
|       4 PA      BIN FIXED(31),       |  ANFANGSPUNKT (ADDIERT)              |
|     3 ENDE,                          |  ANFANG DES FOLG. TONS BZW. PAUSE    |
|       4 TE      BIN FIXED(31),       |  TAKTNUMMER                          |
|       4 EE      BIN FIXED(31),       |  EINSATZPUNKT                        |
|       4 PE      BIN FIXED(31),       |  ENDPUNKT      (ADDIERT)             |
|     3 LAENGE,                        |                                      |
|       4 LE      BIN FIXED(31),       |  LAENGE RELATIV IN EINHEITEN         |
|       4 LMS     BIN FIXED(31),       |  LAENGE ABSOLUT IN SEC/1000          |
|     3 WHL       BIN FIXED(31),       |  WIEDERHOLUNGSINDEX                  |
|   2 TONDAUER_UE,                     |  GGF. IN UEBERLAGERNDER TAKTART      |
|     3 ANFANG,                        |                                      |
|       4 TA_UE   BIN FIXED(31),       |  TAKTNUMMER                          |
|       4 EA_UE   BIN FIXED(31),       |  EINSATZPUNKT                        |
|     3 ENDE,                          |  ANFANG DES FOLG. TONS BZW. PAUSE    |
|       4 TE_UE   BIN FIXED(31),       |  TAKTNUMMER                          |
|       4 EE_UE   BIN FIXED(31),       |  EINSATZPUNKT                        |
|     3 LE_UE     BIN FIXED(31),       |  LAENGE RELATIV IN EINHEITEN         |
|     3 U         BIN FIXED(15),       |  INDEX UEBERLAGERUNG                 |
|   2 TONDAUER_FR,                     |  GGF. IN TAKTFREIEM ABSCHNITT        |
|     3 FR        BIN FIXED(15),       |  INDEX FREIER_TAKT                   |
|     3 LE_FR     BIN FIXED(31),       |  LAENGE RELATIV IN EINHEITEN         |
|     3 LMS_FR    BIN FIXED(31),       |  LAENGE ABSOLUT IN SEC/1000          |
|   2 INSTRUMENT,                      |                                      |
|     3 I_NM          CHAR(2),         |  NAME                                |
|     3 (I_NR,I_UN)   CHAR(1),         |  NUMMER, UNTER- (STIMM-) NUMMER      |
|   2 ATTRIBUTE,                       |                                      |
|     3 GB(4),                         |  GENERALBASS-BEZEICHNUNG             |
|       4 (ZF,ZH)     CHAR(1),         |  ZIFFER, ZEICHEN                     |
|     3 STF(2)     CHAR(4),            |  STIMMFUEHRUNG VON/ZU ANDER.INSTR.   |
|     3 ATTRIBUTKATALOG,               |                                      |
|       4 ATK,                         |  ATTRIBUTKATALOG                     |
|         5 A1(48)   BIT(1),           |  KONSTANTE ATTRIBUTE              *) |
|         5 A2(48)   BIT(1),           |  SINGULAERE ATTRIBUTE             *) |
|         5 FC( 9)   BIT(1),           |  FESTGELEGTER CODE                *) |
|         5 FV( 8)   BIT(1),           |  FREIE VERFUEGUNG                 *) |
|       4 BT(12)     BIT(1),           |  BETONUNG                            |
|       4 VB         BIT(1),           |  VERBINDUNG ZU VORHERGEHENDEM TON    |
|       4 FO         BIT(1),           |  TON IM NAECHSTEN SATZ FORTGESETZT   |
|       4 DY         BIT(1);           |  (LEER), RESERVIERT FUER TH.AN       |
```

*) IMPLIZITE AUFTEILUNG UND MOEGLICHE VERAENDERUNGEN
S.U. EINGABE-NORM ATTRIBUT-BESTIMMUNGSKARTEN TAFEL 10

TAFEL 4B S T R U K T U R T L (CODE)

VARIABLE	ZC *	INHALT *	BEDEUTUNG
NR_T	Z	1 - G31	NUMMER DES SATZES
NR_R	Z	1 - G31	NUMMER, NUR TOENE GEZAEHLT
LIN, ABH	Z	1 - G15	NACH GRUNDVEREINBARUNG 1 (GV 1)
		0	KEINE BESTIMMTE TONHOEHE
OKT	Z	1 - G15	NACH GV 1
VZN	A	-,@,$,#,+	VORZEICHEN, GV 1
		BLANK	KEINE BESTIMMTE TONHOEHE
TNN	A	C,D,E,F,G,A	TONNAME, GV 1
		B	DEUTSCH H, ENGLISCH B
		P	PAUSE
		U,T,M,H,I	UNBESTIMMTE TONHOEHE, GV 1
TA, TA_UE,			
TE, TE_UE	Z0	0 - 9999	TAKTNUMMERN
EA, EA_UE,			
EE, EE_UE	Z	1 - G31	EINSATZPUNKTE IM TAKT
PA, PE	Z	1 - G31	ANFANGS-, ENDPUNKT (ADDIERT)
LE, LE_UE,			
LE_FR	Z0	1 - G31	RELATIVE TONDAUER IN EINHEITEN
		0	VORSCHLAGSNOTE O.AE. OHNE ZEITWERT
LMS,			
LMS_FR	Z0	0 - G31	ABSOLUTE TONDAUER IN SEC/1000
WHL	Z0	1 - 10	INNERHALB DER ... WIEDERHOLUNG,
		0	NICHT IN WIEDERHOLUNGSTEIL
U, FR	Z0	1 - 2	BEZOGEN AUF ... TAKT-UEBERLAGERUNG
			BZW. AUF ... FREIER_TAKT
		0	NUR AUF HAUPT-TAKTART BEZOGEN
I_NM	2 A	BELIEBIG	ABK. INSTRUMENTEN-NAME
I_NR	1 A	1 - F (HEX.)	INSTRUMENTEN-NUMMER (HEXADEZIMAL)
I_UN	1 A	1 - F (HEX.)	STIMMNUMMER (HEXADEZIMAL)
ZF	1 A	1 - F (HEX.)	ZIFFER IN GENERALBASSBEZEICHNUNG
ZH	1 A	#, @, -	ZEICHEN IN GENERALBASSBEZEICHNUNG
STF(ARRAY)	4 A	GUELTIGE IN-	I_NM, I_NR UND I_UN EINES ANDEREN
		STRUMENTEN-	INSTRUMENTS:
		BEZEICHNUNG	STF(1): UEBERNAHME VON ....
			STF(2): UEBERGABE AN .....
ATK(A1,A2)	B	'1'B/'0'B	FREI VEREINBAR (VGL. TAFEL 10)
FC (ARRAY)	B	'1'B/'0'B	1- 3: BOGEN: ANFANG,MITTE,ENDE
			4- 6: CRESCENDO: ANFANG,MITTE,ENDE
			7- 9: DECRESC.: ANFANG,MITTE,ENDE
FV (ARRAY)	B	'1'B/'0'B	FREI ZUR AUFNAHME VON ZUSAETZEN
			WAEHREND ANALYSE-BEARBEITUNG
BT (ARRAY)	B	'1'B/'0'B	BETONUNGSGRADE:
			1- 6: TON BEG. AUF BETONUNGSPUNKT,
			7-12: KLANG DAUERT AUF BETONUNGS-
			PUNKT AN,
			BETONUNGSPUNKTE:
			1/ 7: TAKTANFANG,
			2/ 8: NEBENBETONUNGSPUNKT 1,
			3/ 9: NEBENBETONUNGSPUNKT 2,
			4/10: NEBENBETONUNGSPUNKT 3,
			5/11: BEGINN VOLLER ZAEHLWERT,
			6/12: BEGINN HALBER ZAEHLWERT
VB	B	'1'B/'0'B	UNSELBSTAENDIGER SATZ, VERBINDUNG
			MIT VORHERGEHENDEM SATZ BZW. TON
FO	B	'1'B/'0'B	UNSELBSTAENDIGER SATZ, FORTSETZUNG
			DES SATZES BZW. TONS FOLGT

* VGL. FUSSNOTE TAFEL 3B

Um dem Benutzer der Methode die Entscheidung über die Interpretation selbst zu überlassen, werden so viel Daten errechnet und abgespeichert, daß jede Erklärung möglich bleibt. Der Notenwert wird doppelt aufgezeichnet. In TONDAUER erfolgt die Einordnung in den Zeitablauf, als ob der taktfreie Abschnitt nicht existierte. Alle Notenwerte werden im richtigen Verhältnis so gekürzt bzw. verlängert, daß sie in den Abschnitt hineinpassen könnten. In TONDAUER_FR dagegen werden die Töne so behandelt, als sei der Takt aufgegeben. Der geschriebene Notenwert steht unverändert in LE_FR, die absolute Zeitdauer in LMS_FR, unter der Annahme, die Notenwerte werden im gültigen Tempo gespielt. FR ist ein Index mit Bezug zu TK.FREIER_TAKT(FR).

3.222.6 INSTRUMENT

Der Instrumentenname ist beliebig vereinbar und besteht aus einer Abkürzung auf zwei Zeichen. Die Nummer des Instruments ist einstellig und wird ggf. durch Alphazeichen wie in hexadezimaler Darstellung künstlich mehrstellig gemacht, ebenso die Unter- oder Stimmnummer zur Bezeichnung der Stimme eines mehrstimmigen Instruments. Nummer und Stimmnummer weren immer angegeben, Einzelinstrumente oder Einzelstimmen erhalten automatisch die Nummer 1.

3.222.7 ATTRIBUTE.ATK

Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Teilen der Struktur TL, die solche Informationen wiedergeben, die sich mehr oder weniger zwingend aus den Daten der Notenschrift ablesen lassen und nur in der Form der Abbildung Veränderungen unterworfen werden mußten, bringt die Erarbeitung der Unterstruktur ATTRIBUTE Probleme mit sich, die Grundfragen der musikwissenschaftlichen Forschung und exaktwissenschaftlicher Arbeit überhaupt tangieren.

Unverfälschtheit der Daten, die der Forschung zugrundegelegt werden, heißt die eine Forderung wissenschaftlicher Arbeit. Vergleichbarkeit heißt die andere, vor allem, wenn statistische Methoden gebraucht werden.

Es wäre müßig, im Zuge der Beschreibung einer Eingabe-Methode das Thema ausdiskutieren zu wollen, was man in der Musikwissenschaft als "unverfälschte Daten" bezeichnen darf. Wichtig ist hier vielmehr, die Voraussetzungen dafür zu schaffen, daß die Abbildung eines als unverfälscht angesehenen Eingabematerials in der Maschine die gelieferten Informationen genau so unverfälscht aufzunehmen und zu erhalten vermag. Denn EDM soll - bei der Beschreibung von TK.FREIER_TAKT sowie TONDAUER_FR klang dies bereits an - lediglich ein Hilfsmittel sein, das geschriebene Informationen über Klänge zu speichern und in vielfältige Beziehungen zu setzen imstande ist. Es sollen aber keine Entscheidungen vorweggenommen werden, die der Benutzer der Methode bei der Ausarbeitung der Grundlagen seiner Untersuchungen selbst treffen können muß und alleine treffen soll.

Dem Prinzip der Unverfälschtheit wäre mit einem einfachen Verfahren Genüge getan: Man speichert alle zur Kategorie der

Attribute zu zählenden Zeichen und Worte in gekürzter oder ungekürzter Form mit den Daten des Tons ein. In der Unterstruktur DOKUMENTATION ist diese Art der Einspeicherung angebracht. Die Vergleichbarkeit wäre jedoch so nicht gewährleistet. Attribute, seien es Zeichen oder Worte, sind Abbildungen beabsichtigter Wirkungen. Von wenigen Ausnahmen abgesehen, gibt es für Attribute keine allgemein verbindlichen Normen. Die Bedeutungen, die die Attribute repräsentieren, wechseln im Lauf der Zeiten, wechseln von Land zu Land, ja wechseln manchmal von Werk zu Werk eines einzigen Komponisten. Wie soll man unter diesen Umständen zu einer Vergleichbarkeit gelangen? Auch hier sei der Frage ausgewichen, ob es überhaupt korrekt ist, Vergleiche zwischen Werken verschiedener Epochen anstellen zu wollen. Es gilt, in EDM Voraussetzungen für Untersuchungen unter allen möglichen Aspekten zu schaffen.

Wie schon mehrfach erwähnt, ist die gesamte Eingabemethode im Grunde daraufhin ausgelegt, die Bedeutung der Zeichen wiederzugeben und nicht das äußere Bild. Überträgt man diesen Standpunkt auf das hier anliegende Problem, heißt das, daß nicht die Anweisung selbst, sondern ihre Bedeutung in TL zu erfassen ist. Doch hat dies zur Folge, daß das Prinzip der Unverfälschtheit in gewissem Sinn durchbrochen werden muß. denn die Interpretation der Bedeutung eines Attributs durch verschiedene Wissenschaftler oder mehrere Musiker wird aus guten Gründen oft sehr unterschiedlich ausfallen, ohne daß die Argumente für diese oder jene Interpretation exakt beweisbar wären. In EDM kann jedermann seine Ansichten beibehalten, das System des frei vereinbarten Attribut-Katalogs gestattet es dem Benutzer, allen Attributen die seiner Meinung nach richtige Bedeutung zuzumessen. Damit ist, im übertragenen Sinn, die Unverfälschtheit gewahrt.

Die Zahl der Attribute ist zwar unüberschaubar groß, aber trotz aller Differenziertheit lassen sich sämtliche Attribute auf bestimmte Grundtatbestände zurückführen, die eine Katalogisierung und dadurch eine Vergleichbarkeit gestatten. Alle dynamischen Bezeichnungen stetiger Art (z.B. f, p, molto f, nicht aber fp) sind in einer sechs- bis achtstufigen Skala unterzubringen, eine größere Differenzierung ist mehr subjektiver denn objektiver Natur. Ein objektiver Sachverhalt ist auch die Vorschrift staccato, ob sie durch den Staccato-Punkt oder eine wörtliche Anweisung verlangt wird. Aus dem Zeichen eines Bogens liest man einen Hinweis zur Phrasierung und darüberhinaus ggf. die Spielart legato, die aber auch durch das geschriebene Wort gefordert werden kann.

Solche Sachverhalte haben eine gute Eigenschaft: entweder sind sie gegeben, oder nicht. Daher bietet sich die Speicherung in einer leicht zu bearbeitenden Bitkette an. Jede Position der Bitkette ATK (Attributkatalog) deutet auf eine klangliche Eigenart. Welche Bedeutung jedes Element der Bitkette besitzt, bestimmt der Benutzer durch die Eingabe der Attribut-Bestimmungskarten (vgl. 4.6) selbst. Einen brauchbaren Vorschlag zur Gestaltung der Kette zeige ich in Tafel 10.

Die Bitkette ATK ist nach praktischen Gesichtspunkten in Unterabschnitte aufgeteilt. In die Teilkette A1 werden "konstante" Attribute eingeschrieben, d.h. solche, die von ihrem Auftreten an weiterhin gültig bleiben bis zu einem Widerruf (z.B. die meisten dynamischen Bezeichnungen), in A2 dagegen die "singulären", die lediglich für die Note gelten, bei der sie stehen. A3 ist eingerichtet, um die Eingabe häufiger Attribute, die für eine gewisse, leicht bestimmbare Anzahl von Noten Gültigkeit besitzen (z.B. Legato-(Phrasierungs-)Bogen, kurzes Crescendo), zu vereinfachen. Insgesamt sind in ATK 113 Positionen für Attribute reserviert, man kommt damit immer aus.

In die Attributkette ATK können auch interpretierende Informationen eingehen, die an sich nicht unter die Kategorie der Attribute fallen, etwa die Markierung einer Stimme als Baßstimme oder cantus firmus. Da dies jedoch ein interpretiertes Eingabematerial voraussetzen würde, gehe ich nicht näher auf diese Möglichkeit ein.

In die Kette ATK ist das Array BT (Betonung) einbezogen, das wiederum in zwei kleinere Felder zu je 6 Einheiten zerfällt, die nicht weiter benannt sind. Fällt der Tonanfang mit einem betonten Zeitpunkt (Takt-, Zählzeitanfang, Nebenbetonung usw.) zusammen, wird eines der ersten 6 Elemente von BT markiert, dauert der Ton zu einem betonten Zeitpunkt noch an, erfolgt ein Eintrag in die zweite Hälfte von BT. (Akzentuierungen durch Attribute stehen natürlich in A2!) Der weitere Bezug ist aus Tafel 4 B genauer zu entnehmen.

Das vor- und drittletzte Bit in ATK (VB und FO) decken Verbindungen zwischen benachbarten Sätzen der Datei TLN auf. Wie soll man einen Ton in TLN aufzeichnen, dessen Attribute während der Klangdauer wechseln? Der Musiker hat sich zwei oder mehr Töne verschiedenen Charakters vorzustellen, zwischen denen kein zeitlicher Zwischenraum liegt. Also wird ein solcher Ton in mehrere aufgeteilt - ich nenne sie Folgetöne bzw. Folgesätze -, die indessen in gewisser Weise weiter zusammengehören. Ist VB wahr, ist der Satz als Fortsetzung des vorhergehenden mit veränderten Attributen aufzufassen. FO kennzeichnet einen Satz als nicht beendet und weist auf die notwendige Fortführung in einem weiteren Folgesatz hin.

3.222.8 ATTRIBUTE.GB (Generalbaß-Bezifferung)

Als Maximum sind über einer Note wohl vier Generalbaß-Bezifferungen zu erwarten. (Genau wird man dies erst wissen, wenn die Literatur umfassend in beschriebener Weise dokumentiert sein wird.) Jede Bezifferung besteht aus höchstens zwei Zeichen, entweder Zeichen plus Zahl oder Zahl oder Zeichen allein. Daraus folgt ein Array GB mit den elementaren Variablen ZF (Ziffer) und ZH (Zeichen).

Falls ein Vorzeichen (# oder ♭) alleine steht, ergänzt das Programm die Zahl 3 in ZF. Das Zeichen '-' erscheint sowohl in ZF als auch in ZH.

Da die geltenden Vorzeichen nicht gespeichert werden, wäre

TAFEL 4C - T L . D O K U M E N T A T I O N (AUFBAU,CODE)
(ERGAENZUNG DER STRUKTUR TL)

```
1 TL,
  2 ............
  2 DOKUMENTATION,
    3 VORZEICHNUNG,
      4 SCHLUESSEL,
        5 S_ART   CHAR(1),        ART DES SCHLUESSELS
        5 S_LIN   CHAR(1),        LAGE DES SCHLUESSELS
      4 VORZEICHEN,
        5 KR(7)   CHAR(1),        LAGE DER KREUZE
        5 BE(7)   CHAR(1),        LAGE DER B'S
    3 NOTENBILD,
      4 BEZEICHNUNG,
        5 VZD     CHAR(1),        GESCHRIEBENES VORZEICHEN
        5 TND     CHAR(1),        GESCHRIEBENER TONNAME
        5 OKD     CHAR(1),        GESCHRIEBENE  OKTAVLAGE
      4 NOTENFORM,
        5 KP      CHAR(2),        KOPF
        5 HR      CHAR(1),        RICHTUNG DES NOTENHALSES
        5 BA      CHAR(1),        ART  DER BALKEN
        5 BZ      CHAR(1),        ZAHL DER BALKEN
        5 TLR     BIN FIXED(15),  TEILUNGSZAHL
        5 PK      BIN FIXED(15),  ZAHL DER NACHFOLGENDEN PUNKTE
      4 NV(12)    BIN FIXED(15),  SATZNUMMERN DER NOTEN, DIE ZUM
                                   GLEICHEN AKKORD GEHOEREN
    3 STELLUNG_IM_TAKT,
      4 ZW        BIN FIXED(15),  ZAEHLWERT (NENNER NOTENWERT)
      4 ZZ        BIN FIXED(15),  ZAEHLWERTZAHL
      4 UZW       BIN FIXED(15),  UNTERTEILUNG DES ZAEHLWERTS
      4 UZZ       BIN FIXED(15),  ZAHL DER UNTERTEILUNG
    3 ATW         CHAR(36);       ATTRIBUTE IM WORTLAUT
```

VARIABLE	ZC *	INHALT *	BEDEUTUNG
S_ART	A	G, C, F	G-, C-, F-SCHLUESSEL
S-LIN	A	1 - F (HEX.)	NUMMER DER LINIE
KR(ARRAY),			
BE(ARRAY)	A	1 - F (HEX.)	NUMMER LINIE BZW. ZWISCHENRAUM
VZD	A	$	AUFLOESUNGSZEICHEN
		(BLANK)	KEIN VORZEICHEN
		-, @, #, +	NACH GRUNDVEREINBARUNG 1
TND	A	C, D (ETC.)	NACH GRUNDVEREINBARUNG 1
OKD	A	0 - 8	NACH GRUNDVEREINBARUNG 1
KP	2 A	H , F	HOHL / GEFUELLT (NORMAL)
		HK, FK	HOHL / GEFUELLT (DURCHKREUZT)
		KV, LV	KURZER / LANGER VORSCHLAG
HR	A	O, U	NACH OBEN / UNTEN
BA	A	V, A	MIT HALS VERBUNDEN, ABGESETZT
BZ	A	1 - 9	BALKENZAHL
TLR	Z	1 -	TEILUNGSZAHL
PK	Z	1 -	ZAHL DER PUNKTE
NV(ARRAY)	Z	1 - G15	SATZNUMMER AKTUELL
		0	(IM 1.ELEMENT:) EINZELNOTE
ZW	Z	1 -	NENNER DES ZAEHLWERTS
ZZ	Z	1 -	ZAHL DES ZAEHLWERTS
UZW	Z	1 -	UNTERTEILUNG DES ZAEHLWERTS
UZZ	Z	1 -	ZAHL DER UNTERTEILUNG
ATW	36A	BELIEBIG	ATTRIBUTE

* VGL. FUSSNOTE TAFEL 3B

eine spätere Aussetzung des Generalbasses nicht möglich, würde man die Vorzeichen nicht sogleich mit in GB einbeziehen. Darum ist im Unterprogramm GBS (zu L2) vorgesehen, daß alle Bezifferungen so behandelt werden, als sei die Tonart C-Dur gegeben. Nötige Vorzeichen werden automatisch hinzugefügt. Voraussetzung ist jedoch die Mitteilung der Vorzeichen im Eingabematerial (vgl. 4.546.5).

3.222.9 ATTRIBUTE.STF

Bei einigen Komponisten der neueren Zeit (z.B. Alban Berg) deuten gestrichelte Linien auf logische Zusammenhänge zwischen den Stimmen verschiedener Instrumente; in der Regel weisen sie auf die Fortführung eines in einem Instrument begonnenen Gedankens im Part eines anderen hin. Solche Hinweise sind bei Strukturanalysen von Bedeutung.

Das Array STF (Strukturhinweis, Stimmführung) enthält Raum für die Bezeichnungen zweier Instrumente. STF(1) nennt das Instrument, das weitergeführt werden soll, STF(2) das, welches die begonnene Linie übernehmen soll. Die Instrumentenbezeichnungen müssen mit den Bezeichnungen übereinstimmen, die in INSTRUMENT der angesprochenen Instrumentalparts stehen.

3.222.10 TEXT

Bei Vokalwerken wird hier die Silbe untergebracht, auf der der Ton gesungen werden soll. Sind einer Silbe mehrere Töne zugeteilt, wird im zweiten und in den folgenden Sätzen des Melismas die Textsilbe durch '-' ersetzt.

Da es wohl kein Werk in der Musikliteratur gibt, das die Unterstrukturen GB und STF zusammen benötigt, wird man TEXT in der Praxis an die Stelle von GB oder STF setzen. Beim Aufruf des Programms L2 läßt sich die Plazierung steuern.

3.222.11 DOKUMENTATION

Um es kurz zu fassen: was bisher nicht unterzubringen war, gehört in die Unterstruktur DOKUMENTATION.

Die Unterstruktur ist nicht verfügbar, da die Umwandlungsprogramme (noch) nicht existieren. Wenn ich DOKUMENTATION trotzdem in die Beschreibung einbeziehe, möchte ich damit lediglich zeigen, daß mit der Eingabemethode auch der bildliche Aspekt der Notenschrift erfaßbar ist. Wie der Code für die interne Darstellung vielleicht festgelegt werden könnte, davon vermittelt die Tafel 4 C einen Eindruck. Ich halte jedoch die Daten in DOKUMENTATION für so unwichtig, daß ich vorerst auf die diesbezügliche Erweiterung der Methode verzichte.

3.23 T H (Datei THA) (Tafel 5 A/B)

Die Struktur bringt die Übersicht über die Vertikale der Musik. Jeder Satz der Datei enthält den Zusammenklang eines bestimmten Zeitabschnitts.

TAFEL 5A S T R U K T U R T H (AUFBAU)

```
+-----------------------------------------------------------------------+
| 1 TH,                                  |                                |
|   2 ZAB,                               | ZEITABSCHNITT                  |
|     3 AZ          BIN FIXED(15),       | ABSCHNITTZAHL, SATZNUMMER      |
|     3 GT          BIN FIXED(15),       | ZAHL DER TOENE IM ABSCHNITT    |
|     3 (TA,EA,PA)  BIN FIXED(31),       | ANFANG: TAKTNUMMER, EINSATZP.,  |
|                                        |         EINSATZPUNKT (ADDIERT)  |
|     3 (TE,EE,PE)  BIN FIXED(31),       | ENDE:   TAKTNUMMER, EINSATZP.,  |
|                                        |         EINSATZPUNKT (ADDIERT)  |
|     3 LG(2)       BIN FIXED(31),       | ABSCHNITTDAUER REL./ABS.       |
|   2 TOENE(GTZ),                        | EINZELTOENE,                   |
|                                        | VAR. FELDGROESSE (GTZ = GROESS- |
|                                        | TE ZAHL ZUGLEICH KLING. TOENE), |
|                                        | AUFBAU DER UNTERSTRUKTUR TOENE |
|                                        | ANALOG TL                      |
|     3 NR(2)       BIN FIXED(31),       | TONNUMMER (MIT/OHNE PAUSEN)    |
|     3 TONHOEHE,                        |                                |
|       4 LIN       BIN FIXED(15),       | LINIE                          |
|       4 ABH       BIN FIXED(15),       | ABSOLUTE TONHOEHE              |
|       4 OKT       BIN FIXED(15),       | OKTAVLAGE                      |
|       4 VZN       CHAR(1),             | VORZEICHEN                     |
|       4 TNN       CHAR(1),             | TONNAME                        |
|     3 IN          CHAR(4),             | INSTRUMENT                     |
|     3 ATTRIBUTE,                       |                                |
|       4 GB        CHAR(8),             | GENERALBASS                    |
|       4 STF       CHAR(8),             | STIMMFUEHRUNG                  |
|       4 ATTRIBUTKATALOG,               |                                |
|         5 AK(113)  BIT(1),             | ATTRIBUTKATALOG IM ENGEREN SINN |
|         5 BT( 12)  BIT(1),             | BETONUNG                       |
|         5 VB       BIT(1),             | VERBINDUNG ZU VORHERG. TON     |
|         5 FO       BIT(1),             | TON WIRD IM NAECHSTEN SATZ FORT-|
|                                        | GESETZT                        |
|         5 AN       BIT(1);             | TON BEGINNT MIT DEM ZEITAB-    |
|                                        | SCHNITT                        |
+-----------------------------------------------------------------------+
```

TAFEL 5B S T R U K T U R T H (CODE)

VARIABLE	ZC *	INHALT *	BEDEUTUNG
AZ	Z	1 - G15	NUMMER DES ZEITABSCHNITTS
GT	Z	1 - G15	ZAHL DER TOENE IM ZEITABSCHNITT
TA, TE	Z0	0 - 9999	ANFANG/ENDE: TAKTNUMMER
EA, EE	Z	1 - G31	ANFANG/ENDE: EINSATZPUNKT IM TAKT
PA, PE	Z	1 - G31	ANFANG/ENDE: EINSATZPUNKT (ADD.)
LG(ARRAY)	Z	1 - G31	ABSCHNITTDAUER REL. UND ABS.

VARIABLE DER UNTERSTRUKTUR TOENE WIE IN TL, NICHT BENOETIGTE FELD-
ELEMENTE DURCH 0, '0'B ODER BLANK IN DEN VARIABLEN GEKENNZEICHNET

* VGL. FUSSNOTE TAFEL 3B

3.231 Informationen - Aufbau der Struktur

Unter dem Zeitabschnitt ist eine relativ kurze Zeitdauer zu verstehen, während deren Verlauf keine Veränderungen im harmonischen Geschehen zu erwarten sind. Günstigerweise orientiert sich die Länge des Zeitabschnitts am kleinsten Notenwert. Die Länge des Abschnitts ist vom Benutzer festzulegen (vgl. 4.7), innerhalb eines Stückes beliebig oft zu verändern und auch selektiv zu gestalten, d.h., daß nur eine Auswahl von Zeitpunkten in THA aufgenommen wird. Die Wahl der Zeitabschnitte gehört bereits zum Analyse-Prozeß. Da in EDM ein konsequent objektives wissenschaftliches Hilfsmittel angeboten wird, muß die Auswahl der Zeitabschnitte durch den Benutzer erfolgen können, auch wenn dadurch das Eingabeverfahren erweitert und kompliziert wird. Eine Automatisierung ist nicht opportun, allein schon aus der Überlegung heraus, daß die Berücksichtigung der relativen Tondauern bei Analysen nur sinnvoll ist, wenn Zählwert und Tempo kaum Schwankungen unterliegen, sonst aber besser die absolute Tondauer herangezogen wird. Darum muß es möglich sein, die Dauer der Abschnitte explizit zu steuern.

Neben der Information über den Zeitabschnitt enthält TH die Liste aller im Zeitabschnitt erklingenden Töne. Pausen werden nicht in die Datei aufgenommen, sondern im Programm H1 ausgeschieden.

3.232 Unterstrukturen - Elemente - Code

3.232.1 ZAB

Wie man an gleichlautenden Variablennamen in TL.TONDAUER und TH.ZAB unschwer erkennen kann, wird der Zeitabschnitt als Tondauer aufgefaßt. Die Längenangaben sind im Array LG zusammengezogen. AZ (Abschnittzahl) zählt die Sätze durch und GT (Gesamtzahl der Töne) nennt die Zahl der Töne, die im Zeitabschnitt erklingen.

3.232.2 TOENE

Die Feldgröße des Arrays TOENE ist variabel. GTZ (größte Zahl gleichzeitig klingender Töne) ist vor dem Aufbau der Datei THA nach Beendigung des Programms H1 bekannt. Jedem Programm, das die Dateien THA oder ZKG bearbeitet, muß GTZ mitgeteilt werden.

Der Aufbau der Unterstruktur TOENE gleicht im wesentlichen dem der Struktur TL, nur die Tondauer-Werte entfallen wegen der andersartigen Einteilung in Zeitabschnitte.

Gelegentlich will man wissen, ob ein Ton mit Beginn des Zeitabschnitts zu klingen beginnt oder nur im Klang fortdauert. Das 128. Bit in ATK (ATK.AN) ist wahr, wenn Tonanfang und Beginn des Zeitabschnitts zusammentreffen.

Daß im Array TOENE nur so viele Plätze belegt sind, wie GT anzeigt, versteht sich von selbst.

3.24 Z K (Datei ZKG) (Tafel 6 A/B)

3.241 ZK - Ergänzung zu TH

In den Strukturen TK und TL sind neben Variablen, die die ursprüngliche, eingegebene Information nur wenig verändert tragen, auch solche enthalten, die die gleichen Informationen in anderer Weise rechenfreundlicher anbieten bzw. eine kompakte Zusammenfassung verschiedener Einzelinformationen vermitteln. In TH ist das anders, diese Struktur besteht eigentlich nur in einer Auflistung aller Töne, die zum gleichen Zeitpunkt erklingen. Die Information über einen Zusammenklang ist aber durch die bloße Aufreihung aller Töne nicht erschöpfend wiedergegeben - wer nennt die Töne C-E-G, wenn er eigentlich den Dreiklang C meint? Die Eigenart eines Zusammenklangs ergibt sich aus der Beziehung der Töne zueinander. ZK vermittelt diese Tonbeziehungen und ergänzt so TH. Es wäre möglich gewesen, TH und ZK in einer einzigen Struktur zu vereinen. Mir erschien jedoch die Trennung übersichtlicher, da erst nach der Bestandsaufnahme, der Zusammenstellung aller zusammengehörenden Töne in TH durch das Programm H2, die Ermittlung der Eigenschaften des Klangs in einem weiteren Schritt, H3, erfolgen kann. Eine Verbindung der beiden Dateien THA und ZKG in Bearbeitungsprozeduren ist wegen der gemeinsamen Datenmenge in TH.ZAB und ZK.ZAB unproblematisch.

3.242 Zusammenklang - Musiktheoretische Grundlagen [62]

Der Kern der Struktur ZK findet sich in ZKL (Zusammenklang), worin alle Informationen, die sich auf den Zusammenklang als Ganzheit beziehen, gesammelt sind.

Hier werden Grenzen des Aufgabenbereichs berührt, die ich für EDM abgesteckt habe, nämlich die unverfälschte Übertragung des musikalischen Forschungsmaterials in eine EDV-faßliche Form. Denn nun werden Zusammenklänge nach ihrer Bedeutung befragt, auf Grundformen reduziert; das Eingabematerial wird bearbeitet, nach Regeln interpretiert, die zwar weithin anerkannt, aber nicht unumstritten sind. (Auch dies war ein Grund, TH und ZK getrennt zu lassen.) Und die Befragung kann nicht bei jedem Werk von den gleichen harmonischen Prinzipien ausgehen, da nicht jedes den gleichen Grundsätzen verpflichtet ist [63]. Ich versuchte daher wiederum, eine möglichst objektive Lösung zu finden, die einerseits darin liegt, daß die Regeln der Interpretation sehr klar sind, andererseits, daß die Befragung in mehrere Schritte aufgeteilt ist, deren Ergebnisse nebeneinander aufgezeichnet werden.

In der traditionellen Harmonielehre führt man alle Zusammenklänge auf Grundakkorde zurück. Unter einem Grundakkord versteht man z.B. den Dur- und Moll-Dreiklang, den Septimakkord, in neueren Abhandlungen vielleicht auch den Quartenakkord [64]. Als Grundakkord wird aber auch die Verbindung eines Grundakkords mit einem Baßton bezeichnet (C-Dur-Dreiklang, Dominantseptakkord auf D). Um der Begriffsverwirrung zu entgehen, - die EDV verlangt eine genaue Abgrenzung der Begriffe und schon aus diesem Grund könnte ihre Begegnung mit der Musikwissenschaft für letztere fruchtbar werden [65] - nenne

TAFEL 6A S T R U K T U R Z K (AUFBAU)

```
1 ZK,
  2 ZAB          LIKE TH.ZAB,      ZEITABSCHNITT
  2 ZKL,                           IDENTITAET DES ZUSAMMENKLANGS
    3 AKKORDTYP,
      4 ATY(2)   BIT(32),          AKKORDTYP          L UND A
    3 AKKORD,
      4 AKK(2)   BIT(32),          AKKORD             L UND A
    3 TONSUMME,
      4 TSM(2)   BIT(16),          TONSUMME           L UND A
    3 KLANGBILD,
      4 KBL      BIT(64),          KLANGBILD, URSPR. LAGE  L
      4 KBA      BIT(128),         KLANGBILD, URSPR. LAGE  A
    3 BASSTON,
      4 (BL,BA)  BIN FIXED(15),    TH.LIN(1), TH.ABH(1)
      4 (BT,BV)  BIN FIXED(15),    TNN, VZN (BASSTON) IN ZAHLEN
    3 AKKORDZAHLEN,
      4 (NL,NA)  BIN FIXED(15),    TONZAHL IN ATY(1)/ATY(2)
    3 TONFOLGE,
      4 TF(12)   BIN FIXED(15),    REIHENFOLGE DER TH-TOENE IN AKK
    3 FOLGE,                       HARMONIE-UMFELD
      4 VR,                        HARMONIE VORAUSGEHEND
        5 AAT(2) BIT(32),          ATY IM VORAUSGEHENDEN SATZ
        5 GAT(2) BIT(32),             GLEICHBLEIBEND
        5 VAT(2) BIT(32),             VERAENDERT (NUR IM 1.SATZ)
        5 NAT(2) BIT(32),             NEU        (NUR IM 2.SATZ)
        5 AAK(2) BIT(32),          AKK IM VORAUSGEHENDEN SATZ
        5 GAK(2) BIT(32),             GLEICHBLEIBEND
        5 VAK(2) BIT(32),             VERAENDERT (NUR IM 1.SATZ)
        5 NAK(2) BIT(32),             NEU        (NUR IM 2.SATZ)
        5 ATS(2) BIT(16),          TSM IM VORAUSGEHENDEN SATZ
        5 GTS(2) BIT(16),             GLEICHBLEIBEND
        5 VTS(2) BIT(16),             VERAENDERT (NUR IM 1.SATZ)
        5 NTS(2) BIT(16),             NEU        (NUR IM 2.SATZ)
      4 NC,                        HARMONIE NACHFOLGEND
        5 AAT(2) BIT(32),          ATY IM NACHFOLGENDEN SATZ
        5 GAT(2) BIT(32),             GLEICHBLEIBEND
        5 VAT(2) BIT(32),             VERAENDERT (NUR IM 1.SATZ)
        5 NAT(2) BIT(32),             NEU        (NUR IM 2.SATZ)
        5 AAK(2) BIT(32),          AKK IM NACHFOLGENDEN SATZ
        5 GAK(2) BIT(32),             GLEICHBLEIBEND
        5 VAK(2) BIT(32),             VERAENDERT (NUR IM 1.SATZ)
        5 NAK(2) BIT(32),             NEU        (NUR IM 2.SATZ)
        5 ATS(2) BIT(16),          TSM IM NACHFOLGENDEN SATZ
        5 GTS(2) BIT(16),             GLEICHBLEIBEND
        5 VTS(2) BIT(16),             VERAENDERT (NUR IM 1.SATZ)
        5 NTS(2) BIT(16),             NEU        (NUR IM 2.SATZ)
  2 TOENE(GTZ),                    INFORMATIONEN ZU EINZELTOENEN
    3 NR(2)      BIN FIXED(31),    TONNUMMERN
    3 (DIT,DIG)  BIN FIXED(15),    DISSONANZ: BEZUGSTON, DISS.-GRAD
    3 (DPT,DPO)  BIN FIXED(15);    VERDOPPLUNG: BEZUGSTON, OKTAV
```

TAFEL 6B S T R U K T U R Z K (CODE)

VARIABLE	ZC *	INHALT *	BEDEUTUNG
ATY(ARRAY)	32B	BITKETTE	BILD DES AKKORDTYPS BEGINNEND IN 2.POSITION, ATY(1) AUS LIN, ATY(2) AUS ABH
AKK(ARRAY)	32B	BITKETTE	BILD DES AKKORDS, STELLUNG PLUS 2, TONHOEHENABHAENGIG
TSM(ARRAY)	16B	BITKETTE	ZUSAMMENFASSUNG ALLER TOENE DES ZUSAMMENKLANGS, STELLUNG IN KETTEN ENTSPRECHEND KBL, AUF 1 OKTAVE ZUSAMMENGEZOGEN
KBL	64B	BITKETTE	BILD DES URSPR. ZUSAMMENKLANGS (L)
KBA	128B	BITKETTE	BILD DES URSPR. ZUSAMMENKLANGS (A) POSITIONEN DEN VORHANDENEN TONHOEHEN ENTSPRECHEND BELEGT
BL, BA	Z	1-66, 1-112	TONHOEHEN-ZAHLEN DES BASSTONS
BT, BV	Z	1-7, 1-5	TONNAME UND VORZEICHEN DES BASSTONS IN ZAHLEN
NL, NA	Z	1-7, 1-12	ZAHL DER TOENE NACH ATY(1) BZW. (2)
TF (ARRAY)	Z	1 - GTZ	REIHENFOLGE, IN DER DIE TOENE IN AKK BZW. ATY EINGEGLIEDERT SIND
AAK(ARRAY)	32B	BITKETTE	AKK AUS ANDEREM SATZ UEBERNOMMEN
GAT(ARRAY)	32B	BITKETTE	BILD DER IN BEIDEN KETTEN ATY VORHANDENEN TOENE
VAK(ARRAY)	32B	BITKETTE	BILD DER NUR IN DER 1.KETTE AKK VORHANDENEN TOENE
NAK(ARRAY)	32B	BITKETTE	BILD DER NUR IN DER 2.KETTE AKK VORHANDENEN TOENE
AAT(ARRAY)	32B	BITKETTE	ATY AUS ANDEREM SATZ UEBERNOMMEN
GAK(ARRAY)	32B	BITKETTE	BILD DER IN BEIDEN KETTEN AKK VORHANDENEN TOENE
VAT(ARRAY)	32B	BITKETTE	BILD DER NUR IN DER 1.KETTE ATY VORHANDENEN TOENE
NAT(ARRAY)	32B	BITKETTE	BILD DER NUR IN DER 2.KETTE ATY VORHANDENEN TOENE
ATS(ARRAY)	16B	BITKETTE	TSM AUS ANDEREM SATZ UEBERNOMMEN
GTS(ARRAY)	16B	BITKETTE	BILD DER IN BEIDEN KETTEN TSM VORHANDENEN TOENE
VTS(ARRAY)	16B	BITKETTE	BILD DER NUR IN DER 1.KETTE TSM VORHANDENEN TOENE
NTS(ARRAY)	16B	BITKETTE	BILD DER NUR IN DER 2.KETTE TSM VORHANDENEN TOENE
DIT	Z	1 - ZK.GT	INDEX DISSONANZERZEUGENDER TON
DIG	Z0	0 - G15	DISSONANZ-GRAD DES TONS IM AKKORD, CODE ENTSPR. HARMONIE-DATEI
DPT	Z	1 - ZK.GT	INDEX VERDOPPELTER TON
DPO	Z0	0 - 9	OKTAVABSTAND

* VGL. FUSSNOTE TAFEL 3B

ich den Grundakkord, der ohne Beziehung auf konkrete Tonhöhen allein den Intervallaufbau des Akkords bezeichnet, Grundtyp, und den Grundtyp in der Verbindung mit einem Baßton, also in konkreten Tonhöhen faßbar und in das Umfeld Tonart eingefügt, Grundakkord.

Nun kann jeder Grundtyp und infolgedessen auch jeder Grundakkord Umwandlungen unterzogen werden, die mit dem unglücklichen Begriff "Umkehrungen" belegt sind - unglücklich deshalb, weil mit dem gleichen Wort in den Bereichen des Kontrapunkts und der Dodekaphonie ein völlig anderer Sachverhalt gemeint ist. Die Umwandlung kann in einer Umstellung (Umkehrung) der Tonfolge bestehen, aber auch in der Verdopplung oder Auslassung von Tönen; der harmonische Sinn des Grundtyps, der mit dem Begriff der Funktion identifiziert werden kann, aber sicher nicht so eng gesehen werden darf, bleibt jedesmal mehr oder weniger weitgehend erhalten. Wie die Grundtypen werden auch einige Umwandlungen in der Harmonielehre benannt, also typisiert; wir kennen z.B. einen Sextakkord oder einen Terzquartakkord. Unvollständige Umwandlungen wie etwa ein Terzquartakkord, dem die Sext fehlt, sind von der Typisierung leider ausgeschlossen. Für die Beziehung eines Umwandlungstyps auf bestimmte Tonhöhen gibt es in der Fachsprache der Musik nur mühsame, ungenaue Beschreibungen: "Dur-Sextakkord auf E" und "Sextakkord von C-Dur" meinen dasselbe; der erste Ausdruck stellt mehr den Baßton heraus, der zweite mehr den Bezug zum Grundakkord. Für EDM gilt: Umwandlung heißt eine Umwandlung (Umkehrung) eines Grundakkords in realen Tonhöhen, Umwandlungstyp die reine Intervallfolge-Bezeichnung. Die Beziehung eines Typs zu konkreten Tonhöhen erfolgt prinzipiell über den tiefsten Ton, der als Baßton gilt.

In der harmonischen Analyse gelingt die Feststellung des Grundakkords, von dem die Harmonie abgeleitet ist, erst nach zwei vorbereitenden Schritten: zuerst listet man in Gedanken die Töne auf, vergleichbar der Struktur TH, dann stellt man engere Beziehungen her, indem man die Töne in einen möglichst engen Tonraum projiziert; manchmal erhält man nun sofort den Grundakkord, meistens aber eine Umwandlung, die man auf den Grundakkord zurückführen muß. In ZK sind die genannten Schritte ausgeführt, nur die Rückführung auf den Grundakkord unterbleibt wegen der möglichen Vieldeutigkeit von Umwandlungen. Da nicht klar sein kann, ob man bei der Projektion der Töne in den engen Tonraum eine Umwandlung oder den Grundakkord selbst erhält, führe ich den Oberbegriff Akkord und Akkordtyp ein. Entsprechend dem Verhältnis von Grundtyp zu Grundakkord gibt der Akkordtyp nur den Intervallaufbau wieder, dagegen der Akkord alle Tonhöhen im engsten Tonraum über dem Baßton.

Im Gegensatz zur praktischen Harmonielehre, in der die Gestaltung der Zusammenklänge und Harmoniefolgen von den Grundakkorden, aus denen die Umwandlungen in aller Vielfalt abgeleitet werden, her erklärt wird, muß umgekehrt in der musikalischen Analyse aus der vorhandenen Gestalt auf den harmonischen Kern geschlossen werden. Bei der Beschreibung der Einzelheiten in der Unterstruktur ZKL versuche ich, den Weg

der Reduzierung auf die harmonische Substanz nachzuvollziehen. (Die Reihenfolge richtet sich nicht an der tatsächlichen Folge in ZK.ZKL aus.)

3.243 Unterstrukturen - Elemente - Code

3.243.1 BASSTON

Grundlage der Harmonie, wenn auch nicht immer stufenbestimmend, ist der Baßton. Seine Daten sind wenig verändert aus TH.TOENE(1).TONHOEHE übernommen: BL ist LIN, BA ist ABH, in BT ist TNN in eine Zahl umgewandelt, die der Stellung des Tonnamens in der Zeichenkette 'CDEFGAB' entspricht. BV gibt ähnlich die Stellung des Vorzeichens VZN in der Kette '-∂$#+' wieder. OKT fehlt, es läßt sich ggf. aus BL ableiten.

3.243.2 KLANGBILD

Wie sich jede Tonhöhe in TL durch die beiden Zahlen LIN und ABH exakt definieren läßt, werden grundsätzlich alle Darstellungen harmonischer Zustände in ZKL zweifach auf der Basis von LIN und ABH durchgeführt, um konsequente, genaue Akkordabbildungen zu erhalten. L im Variablennamen oder 1 als Array-Index weisen auf den Bezug zu LIN, A bzw. 2 auf den zu ABH.

KLANGBILD ist ein Abbild des Gesamtklangs. Die Bitkette KBL vermerkt die Lage aller in TH.TOENE(*).LIN vorhandenen Tonhöhen, KBA die aller in TH.TOENE(*).ABH auftretenden. Wenn demnach beispielsweise in KBL das 30., 32. und 34. Bit "an" ist und gleichzeitig in KBA das 39., 43. und 46. Bit, so ergibt sich aus den Zahlenpaaren 30/39, 32/43 sowie 34/46 die Existenz des D-Dur-Dreiklangs D-Fis-A in der eingestrichenen Oktave (vgl. Tafel 1B). Unberücksichtigt bleibt, ob die Töne des Zusammenklangs in der Partitur einfach oder mehrfach belegt sind.

3.243.3 AKKORD

Wie bereits ausgeführt wurde, abstrahiert man für harmonische Analysen den originalen Zusammenklang auf eine harmonische Grundsubstanz hin, die sich in theoretische Kategorien einordnen läßt und dadurch die Beschreibung der harmonischen Vorgänge erlaubt, ein Verfahren, das - in wissenschaftlichen Bereichen durchaus nicht selbstverständlich - sogar den Abläufen menschlichen Verhaltens, d.h. denen des Musikhörens, sehr nahe kommt.

Die harmonische Substanz eines Zusammenklangs zu gewinnen, erscheint nach der Lektüre einer Harmonielehre verhältnismäßig einfach: wenn die vielfältigen Erscheinungsformen von Zusammenklängen aus den Grund- und Umwandlungstypen durch Oktavversetzung, Verdopplung und Auslassung zu entwickeln sind, müßte sich durch ein rückläufiges Vorgehen, also durch Oktavversetzung zum Baßton hin, Eliminierung von Verdopplungen und Ergänzung von Lücken, die Ausgangsharmonie wieder erreichen lassen. Das gilt auch, solange sich ein Zusammenklang auf einen Dreiklang oder Septimakkord zurückführen läßt und alle Töne des Grundakkords im Zusammenklang ent-

halten sind; dann erhält man den gedachten Grundakkord oder eine echte Umwandlung (Umkehrung) desselben immer durch Projektion aller Tonhöhen in den engstmöglichen Tonraum über dem Baßton. Dieses Verfahren genügt jedoch nicht, wenn der Zusammenklang auf einem fünf- oder mehrtönigen Akkord basiert oder durch Vorhaltbildung entstanden ist. Während nämlich bei Dreiklängen und Septimakkorden jede beliebige Veränderung der Reihenfolge der Töne zu einer brauchbaren Umwandlung führt, kann man die Töne aus fünf- oder mehrtönigen Akkorden bzw. Vorhaltakkorden nicht genauso beliebig zu harmonisch sinngleichen Umwandlungen umschichten. Hier müssen bestimmte Regeln eingehalten werden, um Eigentümlichkeiten des Grundakkords in der Umwandlung nicht zu verlieren; beispielsweise darf ein Septimakkord in der dritten Umkehrung, dem Sekundakkord, so abgewandelt werden, daß die Septim im Baß liegt, jedoch würde eine Umkehrung eines fünftönigen Nonakkords, die nicht mehr die spannungsreiche None zwischen erstem und fünften Ton enthält, auch nicht mehr den ursprünglichen Grundakkord repräsentieren, sondern klanglich als anderer Akkord erscheinen. Daraus folgt, daß der Weg der Reduktion eines Zusammenklangs auf die Grundsubstanz hin an gewisse Regeln gebunden ist, um bei der Abstraktion nicht Wesensmerkmale des Klangs zu verlieren.

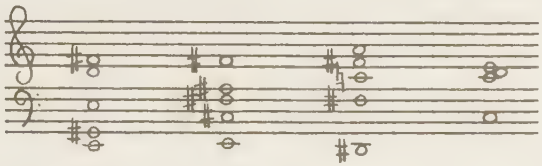
Zur Auffindung der Rückführungsregeln sind die Harmonielehrebücher wenig hilfreich, man richtet sich mehr oder weniger nach Erfahrungen. Das Verfahren, das ich im Programm H3 zur Erzeugung der Bitketten AKK anwende (vgl. Tafel 6C), gründet sich auf der Idee des Terzenakkords. Jeder Dreiklang ist ein Terzenakkord, der durch Aufschichten weiterer Terzen nacheinander zum Septim-, Non-, Undezim oder Tredezim-Akkord auszubauen ist. Terzen-Akkorde kennt sowohl die Jazz-Harmonielehre, die allen Terzen-Akkorden die harmonische Funktion des grundlegenden Dreiklangs zumißt, als auch - um besonders gegensätzliche Positionen zu nennen - Alban Berg, in dessen Harmonik Terzen-Akkorde eine bevorzugte Rolle spielen. Wie der Name sagt, ist im Terzen-Akkord das wichtigste Intervall die Terz, das zweitwichtigste ist die Quint und an dritter Stelle folgt die Septim. Alle drei Intervalle sind eindeutig zurückzuführen, auch wenn sie im Zusammenklang als Dezim, Duodezim, Quatuordezim oder als noch weiter gespanntes Intervall zum Baßton zu finden sind. Deshalb wird im Zusammenklang zunächst nach diesen Intervallen gesucht. Alle anderen können erst danach zurückgeführt und in die Akkordgestalt eingepaßt werden. Nun ist es möglich, eine echte None - um beim Beispiel der Non zu bleiben - von einer anderen, die im harmonischen Sinn nur eine erweiterte Sekund ist, zu unterscheiden. Ist nämlich die gefundene Non harmonisch als Sekund zu werten, z.B. im Sekundakkord, fehlen im Zusammenklang Terz, Quint und Septim, andernfalls ist sie als echte Non anzusehen. Auch Quart und Sext (incl. Oktaverweiterungen) können erst nach der Abfrage, ob die beherrschenden Intervalle des Terzen-Akkords vorhanden sind, in die Akkordgestalt einbezogen werden.

Um nicht den Terzen-Akkord zum alleinigen Beherrscher der

TAFEL 6C

H A R M O N I E

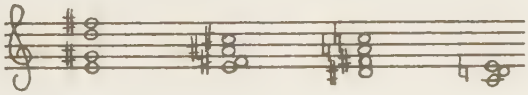
ZUSAMMENKLANG (ORIGINAL)
IM NOTENBILD



TONHOEHEN (LIN,ABH)	32/55	32/55	34/58	31/53
	30/51	27/47	32/55	30/51
	24/41	25/43	29/49	29/49
	19/33	22/38	25/43	
BASSTON	17/29	17/29	16/28	22/37

KLANGBILD (NUR FUER 1.AKKORD UND NUR DIE ERSTEN 60 POSITIONEN)
KBL 000000000000000010100001000001010000000000000000000000000000
KBA 000000000000000000000000000001000100000001000000000100010000

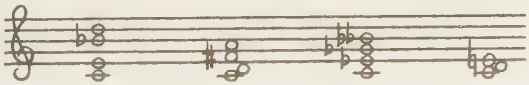
AKKORD
IM NOTENBILD



TONHOEHEN (LIN,ABH)	11/19	8/14	8/13	3/ 5
	9/15	6/11	6/10	
	5/ 9	4/ 7	4/ 7	2/ 3
BASSTON	3/ 5	3/ 5	2/ 4	1/ 1

BITKETTEN AKK (NUR FUER 1.AKKORD)
AKK(1) 00001010001010000000000000000000
AKK(2) 00000010001000001000100000000000

AKKORDTYP
IM NOTENBILD (AUF C)



TONHOEHEN (LIN,ABH)	9/15	6/10	7/10	
(IN 0.OKTAVE ANGENOMMEN)	7/11	4/ 7	5/ 7	3/ 5
	3/ 5	2/ 3	3/ 4	2/ 3
BASSTON	1/ 1	1/ 1	1/ 1	1/ 1

BITKETTEN ATY (NUR FUER 1.AKKORD)
ATY(1) 01010001010000000000000000000000
ATY(2) 01000100000100010000000000000000

AKKORDZAHLEN	4, 4	4, 4	4, 4	3, 3
TONFOLGE	1,3,4,5	1,5,4,2	1,2,5,4	1,3,4

Harmonie werden zu lassen und auch neueren Akkordtypen gerecht zu werden, bleibt die Reihenfolge der Intervalle innerhalb des Zusammenklangs nicht unbeachtet. Sonst würde z.B. der Mixturklang C-D-E-G (Orff, Carmina burana, Uf dem anger) völlig unzutreffend der Akkordgestalt eines Nonakkords ohne Septim gleichgesetzt. Daß das D im Grundklang als Sekund zu gelten hat, erkennt das Reduktionsprogramm in H3 daran, daß es näher zum Baßton liegt als die priorisierte Terz bzw. Quint.

AKK spiegelt die Akkordgestalt in den richtigen Tonhöhen wider. Die Bitpositionen sind allerdings um 2 nach rechts verschoben; das 10. Bit in AKK(1) deutet demnach auf die Tonhöhe 8 (C, 1.Oktave). Diese Konvention wurde notwendig, weil nur positive Zahlen in Bitketten zu registrieren sind. Da der Baßton in der nullten Oktave angenommen wird, gibt es Baßtöne mit den (theoretischen) absoluten Tonhöhen Ø (Ces) oder sogar -1 (Ceses). Die prinzipielle Ansiedlung des Baßtons in der 1.Oktave würde zwar nur positive Zahlen erbringen, aber der Rahmen von 32 Bits für AKK(2) reichte in zu vielen Fällen nicht aus.

Daß die beschriebene Rückführung von Zusammenklängen auf die harmonische Substanz nicht für jedes Werk gelten kann, versteht sich von selbst. Auch die traditionelle Musikanalyse vermag nicht alle musikalischen Werke mit der gleichen Methode anzugehen. Die Richtigkeit des Abstraktions-Verfahrens ist nicht beweisbar, wenngleich recht wahrscheinlich, da es bei Werken von Bach, Brahms, Hindemith und Berg gleichermaßen brauchbare Ergebnisse lieferte.

Die Länge der Bitkette AKK(2) erweist sich in ganz wenigen Fällen (unter 1%) als nicht ausreichend; da sich aber die Größe BIT(32) wegen der guten Konvertierbarkeit in BIN FIXED(31) bei vielen Harmonie-Prozeduren bewährt hat, behielt ich diese Dimensionierung bei.

3.243.4 AKKORDTYP

Aus den Bitketten AKK(1) und AKK(2) ist der Akkordtyp zwar schon zu erkennen, aber wegen der Bindung an die aktuellen Tonhöhen ist der maschinelle Vergleich nicht unmittelbar möglich. In den Ketten ATY sind die Ketten AKK jeweils so weit nach links verschoben, daß das erste "wahre" Bit in der zweiten Position steht. (Das erste Bit bleibt '0'B, um die Konversion in eine positive Bin fixed(31)-Zahl zu gestatten.) Dadurch entfällt der Bezug zu den Tonhöhen, der reine Typus wird sichtbar.

3.243.5 TONSUMME

Daß nicht jedes musikalische Werk an den Maßstäben der traditionellen Harmonie gemessen werden darf, ist eine Binsenweisheit - obwohl vielleicht auch gelegentlich "falsche" Methoden, z.B. die Untersuchung "atonaler" Musik mit Harmonie-Analyse-Programmen, unerwartete Ergebnisse bringen mögen.

Sollte also die Abstraktion des Klangs in AKKORD bzw. AKKORDTYP einmal unsinnig erscheinen, bietet TONSUMME brauchbarere

Informationen. Die Bitketten TSM notieren alle Tonhöhen, die im Zusammenklang auftreten. Die Position markiert die Tonhöhenzahl nach L bzw. A (Oktave Ø).

3.243.6 TONZAHL

Nicht die unwichtigste Aussage über einen Akkord ist die Zahl der Töne, die ihn aufbauen. Abweichende Werte in NL und NA deuten auf das Vorhandensein unreiner Primen oder Oktaven.

3.243.7 TONFOLGE

Durch TONFOLGE (TF) ist nachzukontrollieren, in welcher Reihenfolge die Töne des Zusammenklangs in AKKORD Eingang fanden. In TONFOLGE sind so viel Array-Elemente besetzt wie die Akkordgestalt Töne aufweist, d.h. NA anzeigt. Die Zahlen in TONFOLGE weisen auf Indices, unter denen in TOENE die für die Akkordgestalt relevanten Töne in aufsteigender Folge verzeichnet sind.

3.243.8 TOENE

Die Größe des Feldes ist wie in TH durch GTZ, die größte Zahl gleichzeitig klingender Töne, bestimmt.

Würde man alle Informationen aus TH.TOENE übernehmen, wäre TH überflüssig; man müßte jedoch ständig mit einer sehr umfangreichen Datei arbeiten. Vorteile ergäben sich nur bei Werken mit geringer Stimmenzahl. Um eine Verbindung von ZK zu TL ohne den Umweg über TH zu besitzen, werden die Tonnummern aus TH.TOENE in ZK.TOENE umgespeichert.

Neu sind in ZK.TOENE die Variablen DIT/DIG (Dissonanz) und DPT/DPO (Verdopplung), die etwas zur Bedeutung des einzelnen Tons innerhalb des Zusammenklangs aussagen. DIG ist zur Aufnahme einer Code-Zahl bestimmt, die den Dissonanzgrad des Tons im Akkord codiert enthalten soll, bleibt aber vorerst unbearbeitet (Wert Ø), da die Ermittlung des Dissonanzgrades erst nach Fertigstellung der Datei ZKG durch den Vergleich der Akkordtypen mit einer eigenen Harmoniedatei in einem weiteren Programm möglich ist (vgl. 5.46/47). DIT zeigt auf den dissonanzerregenden Ton, d.h. auf den Ton, zu dem der durch DIG als dissonant bezeichnete in einem dissonanten Intervallverhältnis steht.

Der Zusammenklang wird vom Baßton aus nach Verdopplungen untersucht. Findet sich eine zweite oder weitere Tonhöhe, die bereits in der Partitur vorhanden ist, wird sie in DPT durch die Nummer des verdoppelten Tons markiert. DPO gibt die Zahl der Oktaven an, um die der Verdopplungston höher liegt. Eine negative Zahl in DPO weist darauf hin, daß die Verdopplung lediglich im enharmonischen Sinn besteht.

3.243.9 FOLGE

Harmonie basiert nicht auf der Eigenart des Einzelklangs, sondern vor allem auf der Folge von Klängen. Genau genommen dürfte sich keine Untersuchung eines Zusammenklangs auf typische Eigenheiten hin, wie es bei der Erstellung von AKKORD und AKKORDTYP geschieht, lediglich auf den einzelnen Klang stützen, ohne dessen harmonisches Umfeld zu beachten.

Durchführbar wäre das, es würde jedoch den Rahmen von EDM sprengen, da in jedes Harmonie-Analyse-Programm subjektive Ansichten über harmonische Vorgänge mit einfließen und EDM nur die möglichst objektive Material-Aufbereitung anbieten soll.

Einen gewissen Einblick in das harmonische Umfeld gewährt FOLGE durch den Vergleich der Ketten ATY, AKK und TSM mit den gleichnamigen Ketten im vorhergehenden Satz (Unterstruktur VR) sowie im folgenden (NC). AAT zeigt die Bitkette ATY des vorausgehenden bzw. nachfolgenden Klangs unverändert, desgleichen ATS und AAK die benachbarten Ketten TSM bzw. AKK. In GAT sind die Töne bezeichnet, die sowohl in AAT wie in ATY vorhanden sind. VAT zeigt an, welche Töne im zweiten der verglichenen Akkordtypen nicht mehr anzutreffen sind, NAT markiert die Töne, die in der zweiten Kette neu auftreten. (Besonders zu beachten ist, daß sich die Veränderung immer auf den zweiten Klang bezieht: VR.VAT zeigt, welche Töne im aktuellen Zusammenklang wegfielen, NC.VAT diejenigen, welche im folgenden Klang nicht mehr vorhanden sein werden.) Für GTS/VTS/NTS und GAK/VAK/NAK gilt sinngemäß die gleiche Regelung wie für GAT, VAT und NAT.

4 EINGABE

4.1 Eingabe-Code (Tafel 7)

Der Eingabe-Code gliedert sich in zwei Teile: Zeichen und Zeichengruppen. Im Teil A wird die Codierung von Einzelinformationen gezeigt, im Teil B die Zusammenfassung sinngemäß verbundener Informationen zu Informationsgruppen.

Auf Tafel 7 ist der gesamte Code zusammengestellt. In der folgenden Erläuterung zum Code finden sich nur die Teile des Codes, die häufig oder in mehreren Datenarten verwendet werden. Die anderen, seltenen Zeichen werden ausführlich erst mit der Datenart, für die sie geschaffen wurden, behandelt.

4.11 Zeichen

4.11.1 Tonhöhen

Die Codierung der Tonhöhen erfolgt nach der Vereinbarung zum Tonhöhen-Code in der internen Darstellung (Tafel 1A).

4.11.2 Tondauern

Der Grundnotenwert wurde bereits definiert: das Zeichen Note in seiner Gesamtgestalt, jedoch ohne Zusätze (vgl. 3.121). Der Grundnotenwert, als Alphazeichen codiert, ist immer der Mittelpunkt einer Tondauer-Angabe.

Die Sigel für die Grundnotenwerte ergeben sich aus der Abkürzung der deutschen Bezeichnungen; nur bei I und U muß der zweite Buchstabe des Wortes verwendet werden.

4.11.3 Sonderzeichen

Das Verbindungszeichen dient dazu, mehrere Informationen gleicher Datenart zu verbinden, wenn sie auf ein und denselben Ton zutreffen.

Das Trennzeichen steht ebenfalls zwischen Informationen gleicher Datenart, jedoch nur dann, wenn mehrere Töne mit teilweise gleicher Information in einem einzigen Satz codiert werden können.

Das Wiederholungszeichen '=' teilt mit, daß sich die Information des vorausgehenden Datensatzes an dieser Stelle wiederholt.

4.12 Zeichengruppen

Analog der Verbindung von Variablen zu Unterstrukturen bzw. der Bildung von Wörtern aus Einzelbuchstaben kennt die EDM-Eingabe Zeichengruppen als Verbindung von Einzelinformationen zu sinnvoll zusammengestellten Informationsgruppen. Sehr oft entspricht eine Zeichengruppe einer Unterstruktur in TL, z.B. Tonhöhe - TONHOEHE oder Notenwert (Tondauer) - TONDAUER, in wesentlichen Punkten. Die Zeichengruppen sind so strukturiert, daß sich aus der Stellung jedes Zeichens zum Mittelpunktzeichen seine Eigenart ablesen läßt. Das Kernzeichen ist obligat, es kann auch alleine die ganze Zeichengruppe vertreten. Die anderen Zeichen treten nur bei Bedarf hinzu.

TAFEL 7 E I N G A B E - C O D E

A. Z E I C H E N UND S C H L U E S S E L W O E R T E R		
	CODE	NOTENSCHRIFT
1. TONHOEHE		
BESTIMMTE TONHOEHE		GRUNDVEREINBARUNG 1 1)
PAUSE		GRUNDVEREINBARUNG 1
UNBESTIMMTE TONHOEHE		GRUNDVEREINBARUNG 1
FOLGESATZ	&	FORTSETZUNG DES TONS MIT ANDEREN ATTRIBUTEN
FLAGEOLETT-GRIFFNOTEN		
VORZEICHEN	< _ % ! >	STATT - @ $ # +
TONNAME, OKTAVLAGE		GRUNDVEREINBARUNG 1
ZAESUR	Z ODER ,	ZAESUR
TREMOLO-VERBINDUNG	T:.../... AKD AKD 2)	
2. TONDAUER		
GRUNDNOTENWERT	G, H, V A, S, Z I, U	GANZE-, HALBE-, /4- /8-, /16-, /32- /64-, /128- NOTE
VOR-, NACHSCHLAG		
KURZER VORSCHLAG	K	KLEINE, DURCHSTRICHENE VORSCHLAGSNOTE
KURZER NACHSCHLAG	N	KLEINE NACHSCHLAGSNOTE
NOTE OHNE ZEITWERT	0	
LANGER VORSCHLAG VORSCHLAGSNOTE(N)	LV...(...) NW NW 2)	LANGE VORSCHLAGSNOTE
HAUPTNOTE	LH.... NW	GROSSE HAUPTNOTE
ORGELPUNKT, LANGE PAUSE	BT..... EP	
TONREPETITION	<.....> GNW	
EINSATZ-ANGABE	!.....! EP	EINSATZPUNKT
EINSATZ-KONTROLLE	?.....? EP	EINSATZPUNKT
HINWEISE	A_FR.: Z	ANFANG FREIER TAKT INDEX FREIER_TAKT
	E_FR:	ENDE FREIER TAKT
	A_UE.: Z	ANFANG UEBERLAGERUNG INDEX UEBERLAGERUNG
	E_UE:	ENDE UEBERLAGERUNG
	A_KL:/E_KL:	ANFANG/ENDE KLAMMER 1

3. ATTRIBUTE	BELIEBIG	
AUSGESCHLOSSENE ZEICHEN:	* / - : # @ ZAHLEN AM ANFANG DES ATTRIBUTNAMENS	
EINGEBAUTE CODES: ATTRIBUTE FUER EINE BESTIMMTE ANZAHL NOTEN		
BOGEN	B.... Z	BOGEN
CRESCENDO	<.... Z	CRESCENDO-ZEICHEN
DECRESCENDO	>.... Z	DECRESCENDO-ZEICHEN
KENNZEICHNUNG ERGAENZTER ATTRIBUTE	Y.... ATTRIBUT	
WIDERRUF DER GUELTIGKEIT EINES ATTRIBUTS	X..... ATTRIBUT	
GENERALBASS		
ZIFFER	Z	
ZEICHEN	#, @, -	KREUZ, B, DURCHGANG
STIMMFUEHRUNGSHINWEISE		STIMMFUEHRUNGSLINIEN
UEBERGABE	UEB..... INSTRUM.	
WEITERFUEHRUNG	WF..... INSTRUM.	
BETONUNGSVEREINBARUNG (IN TAKTFR. ABSCHN.)	BT:..... BT:B.... BK 7)	ANGABE DES FELDELEMENTS IN TL.ATTRIBUTE.BT
	BT:Z Z,Z 8)	
	BT:N	NORMALE BETONUNG
4. SONSTIGE ZEICHEN		
WIEDERHOLUNGSZEICHEN	=	
VERBINDUNGSZEICHEN	*	U.A. ANBINDEBOGEN
TRENNZEICHEN	/	
SATZ-ABSCHLUSS	;	
5. IN BESONDEREN SAETZEN		
KONKORDANZ		
SCHLUESSELWORT	'WIE'	
ANFANG	VT..... EP	
ENDE	BT..... EP	
OKTAVVERSETZUNG	OKT.. Z RI	ZAHL U. RICHTUNG (+-)
WIEDERHOLUNGSGRUPPE	(.....)..; SAETZE Z	WIEDERHOLUNG EINER GRUPPEN VON SAETZEN
VORGESCHRIEBENE VORZEICHEN	VZ:..... VZ TN 3)	
KOMMENTAR	/*.....;	

```
+-----------------------------------------------------------------------+
| B1. Z E I C H E N G R U P P E N                                       |
|                                                                       |
|  1. TONHOEHE                    (THH)                                 |
|                                                                       |
|       FOLGE:    [VORZEICHEN]␣TONNAME␣OKTAVLAGE          4)            |
|                                                                       |
|                                                                       |
|  2. NOTENWERT                   (NW)                                  |
|                                                                       |
|       FOLGE:    [MULTIPLIKATOR]␣GRUNDNOTENWERT␣[PUNKT(E)]␣[DIVISOR]   |
|                 (MULTIPLIKATOR:  Z   5)                               |
|                  PUNKTE:         .   (ANZAHL WIE IM NOTENBILD)        |
|                  DIVISOR:        Z                            )       |
|                                                                       |
|                                                                       |
|  3. EINSATZPUNKT                (EP)                                  |
|                                                                       |
|       FOLGE:    TAKTZAHL␣[ZAEHLWERT␣ZAEHLWERTZAHL]                     |
|                 (TAKTZAHL:        Z                                   |
|                  ZAEHLWERT:       NOTENWERT (ALS ZEICHENGRUPPE IN     |
|                                   KLAMMERN, ALS EINZELZEICHEN         |
|                                   KLAMMER ENTBEHRLICH)                |
|                  ZAEHLWERTZAHL:   Z   )                               |
|                                                                       |
+-----------------------------------------------------------------------+
| B2. V E R B U N D E N E   Z E I C H E N G R U P P E N                 |
|                                                                       |
|  1. AKKORD                      (AKD)                                 |
|                                                                       |
|       FOLGE:    THH*THH*........      6)                              |
|        ODER:    THH␣THH␣........                                      |
|        ODER:    THH␣THH␣........                                      |
|                 (ALLE TONHOEHENBEZEICHNUNGEN FUER BESTIMMTE, UNBE-    |
|                  STIMMTE TONHOEHEN UND PAUSEN KOENNEN, AUCH GE-       |
|                  MISCHT, VERBUNDEN WERDEN.)                           |
|                                                                       |
|                                                                       |
|  2. VERBUNDENER NOTENWERT       (VNW)                                 |
|                                                                       |
|       FOLGE:    NW*NW*NW*.......                                      |
|                                                                       |
|                                                                       |
|  3. GETRENNTE NOTENWERTE                                              |
|                                                                       |
|       FOLGE:    VNW/VNW/VNW/...........                               |
|                                                                       |
+-----------------------------------------------------------------------+
```

1) TAFEL 1A
2) ANSTELLE DER PUNKTE WIRD EINE ZAHL(Z) ODER EINE ZEICHENGRUPPE (ABK. VGL. ABSCHN. B1 BZW. B2) EINGESETZT.
3) VORZEICHEN UND ZUGEHOERENDER TON LUECKENLOS (JE VORZEICHEN EIN TONNAME, # UND @ GEMISCHT MOEGLICH)
4) DIE IN ECKIGE KLAMMERN GESETZTEN AUSDRUECKE KOENEN BEI NICHTBEDARF ERSATZLOS ENTFALLEN.
   DAS ZEICHEN ␣ BEDEUTET LUECKENLOSE SCHREIBWEISE, ␣ BLANK
5) Z -> GANZE ZAHL(>0), BELIEBIGE STELLENZAHL
6) VERBUNDENE ZEICHENGRUPPEN "DUERFEN" BENUTZT WERDEN: AUCH EIN EINZIGES ELEMENT ERFUELLT DIE NORM.
7) BITKETTE, DIE ALS BT UEBERNOMMEN WIRD
8) ANGABE DER GEWUENSCHTEN ELEMENTE IN ZAHLEN, DURCH KOMMA GETRENNT

4.12.1 Tonhöhe

Kern der Zeichengruppe ist das Alphazeichen des Tonnamens. Bei bestimmten Tonhöhen muß die einstellige Oktavlagenzahl unmittelbar folgen. Ggf. wird ein Vorzeichen vorangestellt.

4.12.2 Notenwert

Mittelpunktzeichen ist der Grundnotenwert, der immer vorhanden ist. Pausenwerte werden wie Notenwerte codiert.

Dem Grundnotenwert folgen ggf. Punkte in der geschriebenen Anzahl und/oder die Teilungszahl.

Im Falle der irregulären Teilung ist zu beachten, daß die Teilungszahl immer mit einem höheren Grundnotenwert korrespondiert als dem geschriebenen. Meist ist es der nächsthöhere: z.B. ist der Wert einer Achtel-Triole der des dritten Teils einer Viertel-Note. Aber es kann auch ein noch höherer sein: z.B. wird der fünfte Teil einer Viertel-Note als Quintolen-Sechzehntel notiert. Damit das Programm den zu teilenden Notenwert kennt, wird der Grundnotenwert durch einen Multiplikator auf den Notenwert erhöht, auf den sich die Teilungszahl bezieht.

Mit dem Multiplikator sind Anbindungen oft einfacher zu schreiben; es lassen sich auch die großen Notenwerte der Mensural-Notation darstellen.

4.12.3 Einsatzpunkt

Die Zeichengruppe Einsatzpunkt sieht der des Notenwerts täuschend ähnlich. Die Stellung innerhalb des Datenmaterials klärt die Identität.

Das Alphazeichen im Mittelpunkt ist der Zählwert. Ist der Zählwert nicht durch einen einzigen Grundnotenwert wiederzugeben, kann man an seine Stelle eine ganze Zeichengruppe Notenwert setzen, die aber in Klammern eingeschlossen sein muß.

Die Zahl vor dem Zählwert ist die Taktzahl, die Zahl dahinter die Ordnungszahl des Zählwerts. Steht die Taktzahl allein, liegt der Einsatzpunkt am Taktanfang.

Die Zeichengruppe beinhaltet die Gesamtinformation eines addierten Einsatzpunktes.

4.13 Verbundene Zeichengruppen

Zeichengruppen der Art Tonhöhe und Notenwert lassen sich zu verbundenen Zeichengruppen der Art Akkord bzw. Tondauer aneinanderketten. Die Verkettung erfolgt durch das Verbindungszeichen; für Akkorde ist auch eine vereinfachte Regelung möglich.

Die Code-Vereinbarung "verbundene Zeichengruppe" ist eine Kann-Vorschrift. Ein einziges Element genügt; die Kumulierung ist erlaubt, aber nicht notwendig.

4.2 Datenarten

Entsprechend der Aufteilung aller aus der Partitur zu gewinnenden Informationen auf verschiedene Dateien werden die Daten bei der Eingabe nach Arten getrennt geschrieben und eingelesen.

Folgende Datenarten sind zu nennen:

A. Unmittelbar die Partitur dokumentierende Daten:
   1. Werkbezeichnung,
   2. Zeitstruktur- (Taktstruktur-) Daten: alle Anweisungen, die den Zeitablauf betreffen und in der Regel für alle Stimmen der Partitur gültig sind,
   3. Notations- (Noten-) Daten: alle Noten mit den zugeordneten Informationen.

B. Konventionen zur Behandlung der Eingabedaten:
   1. Attribut-Bestimmungskarten: Vereinbarung über den Inhalt des Attributkatalogs TL.ATK, Interpretation der in den Notationsdaten codierten Attribute,
   2. Zeitabschnitt-Karten: Festlegung der Zeitabschnitte, in denen für die Dateien THA bzw. ZKG der Zusammenklang erfaßt werden soll.

4.3 Werkbezeichnung

Die Werkbezeichnung geht in jeden Dateinamen ein, wird aber nicht in die Sätze der Dateien einbezogen. Zur Kontrolle der Bearbeitung des Materials verlangt jedes Umwandlungsprogramm die Mitteilung des Titels (1 Karte), der im Kontroll-Output erscheint. Der Titel für das Programm L1 ist der erste Satz des Eingabematerials Notationsdaten.

4.4. Zeitstruktur-Daten (Tafel 8 A/F)

4.41 Arten

Die Angaben zum Zeitablauf werden nach folgenden Arten unterschieden:

1.	Art "T" (Takt):	Taktart (Haupttaktart)
2.	Art "M" (Metronom):	Tempo
3.	Art "V" (Veränderung):	Fließende Tempoveränderung
4.	Art "F" (Freier Takt):	Taktfreier Abschnitt
5.	Art "W" (Wiederholung):	Wiederholung und Klammer
6.	Art "R" (Repetition):	Einzufügender Abschnitt
7.	Art "A" (Angaben):	Angaben in sprachlicher Form
8.	Art "U" (Überlagerung):	Überlagernde Taktart
9.	Art "E" (Ende):	Endpunkt
10.	Art "N" (Name):	Titel
11.	Art "C" (Code):	Code für "V"-Anweisungen

4.42 Format - Kennzeichnung - Eingabefolge

Da meistens nur wenig Zeitstruktur-Daten anfallen, ist das Format genormt.

Jeder Eingabesatz steht auf einer eigenen Lochkarte. Auch wenn mehrere Angaben verschiedener Art für den gleichen Zeitpunkt vorliegen, wird für jede Art eine Karte geschrieben.

Die Informationsart wird in Spalte 1 durch einen Kennbuchstaben (s.o.) angegeben. In den Spalten 2 - 9 folgt der Zeitpunkt, zu dem die Angaben Gültigkeit erlangen, codiert nach der Konvention des Eingabe-Codes für die Zeichengruppe Einsatzpunkt. Nicht benötigte Spalten bleiben leer. Ab Spalte 10 ist das Format von Art zu Art unterschiedlich.

Die Zeitstruktur-Daten müssen nach Zeitpunkten sortiert eingegeben werden. Mehrere Karten gleichen Zeitpunkts sollten in der o.a. Folge geordnet werden.

Vor den eigentlichen Datenkarten können eine "N"-Karte und bis zu 40 "C"-Karten zur Veränderung des impliziten Codes für Tempoveränderungs-Anweisungen (vgl. "V"-Karten, 4.43.3) eingelesen werden.

4.43 Zeitstruktur-Daten der verschiedenen Informationsarten

4.43.1 Art "T" (Taktart) und "U" (Überlagernde Taktart) (Tafel 8A)

Für beide Arten kommt bis Spalte 29 einschließlich das gleiche Format zur Anwendung. In den Spalten 10 - 14 findet die Taktart Platz; sie kann als Bruchzahl mit Schrägstrich geschrieben werden, aber auch als Summe der Zählwerte des Takts. Ohne explizite Angabe von Nebenbetonungspunkten berechnet das Programm TAKT die Nebenbetonungen automatisch nach dem in Kap. 3.212.4 beschriebenen Modus. Die automatische Berechnung wird verhindert, wenn wenigstens ein Nebenbetonungspunkt in Spalte 15 f. angegeben ist. Codiert wird die Nebenbetonung als Einsatzpunkt ohne Taktzahl. Es können bis zu drei Nebenbetonungen, durch Blank oder Komma getrennt, hintereinander geschrieben werden. Die Reihenfolge soll sich nicht nach dem Zeitpunkt im Takt, sondern nach dem Betonungsgrad richten.

Bei überlagernder Taktart folgen ab Spalte 30 wichtige Ergänzungen: zunächst der Hauptwert, eine beliebige Tondauer des Haupttakts, ab Spalte 30, dann der Äquivalenzwert, genau die Tondauer der überlagernden Taktart, die in absoluter Zeitdauer der Dauer des Hauptwerts äquivalent ist, ab Spalte 30. Hauptwert sowie Äquivalenzwert können als verbundene Zeichengruppen Tondauer codiert werden. In Spalte 50 wird die Reihe der Angaben durch den Index der Überlagerung abgeschlossen. Fehlt die Indexangabe, wird die 1.Überlagerung angenommen.

Während eine Haupttaktart nur durch eine andere Taktart abgelöst werden kann, findet eine überlagernde Taktart entweder durch eine Ablösung oder durch die Rückführung in die Haupttaktart ihr Ende. Im zweiten Fall wird das Ende der Überlagerung durch eine besondere "U"-Karte angezeigt: statt einer Taktart wird in Spalte 10 der Buchstabe E geschrieben. Ggf. darf der Index in Spalte 50 nicht fehlen. In der Struktur TK erscheint das Ende der Überlagerung als Informationsart "UE" (TK.ART.A(9)), der Anfang als "UA" (TK.ART.A(8)).

TAFEL 8 Z E I T S T R U K T U R - D A T E N K A R T E N

ABKUERZUNGEN:
SP = SPALTE
BD = BEDEUTUNG
CD = CODE-ART:
K = KENNBUCHSTABE
Z = POS. GANZE ZAHL > 0
Z0 = NICHT NEGATIVE GANZE ZAHL
A = WORTE (NICHT CODIERT)
NW = NOTENWERT (ZEICHENGRUPPE)
EP = EINSATZPUNKT (ZEICHENGRUPPE)
TD = TONDAUER (VERB.ZEICHENGRUPPE)
OB = OBLIGATE EINTRAGUNG, WENN *
GT = BEGINN DER GUELTIGKEIT
ED = ENDPUNKT

TAFEL 8A
ART "T" (TAKTART)
ART "U" (UEBERLAGERNDE TAKTART)
ART "E" (ENDE)

ABKUERZUNGEN:
TA = TAKTART,
NB = NEBENBETONUNGSPUNKT,
HW = HAUPTWERT,
AQ = AEQUIVALENZWERT,
ID = INDEX UEBERLAGERNDE TAKTART
EO = EINSATZPUNKT OHNE TAKTNUMMER

FORMAT:

SP	1	2-9	10-14	15-19,20-24,25-29	30-39	40-49	50	FF.
BD	K	GT	TA	NB1 NB2 NB3	HW	AQ	ID	-
CD	K	EP	NW	EO EO EO	NW	NW	Z	-
OB	*	*	*		* (U)	* (U)	*(U)	

BEISPIELE:

1.: WERK BEGINNT OHNE AUFTAKT, TAKTART 3/4

T	1	3/4					

2.: WERK BEGINNT MIT AUFTAKT IM 4.VIERTEL, TAKTART 4/4

T	0V4	4/4					

3.: TAKTWECHSEL TAKT 123, TAKTART 11/8,
NEBENBETONUNGEN AUF DEM 4., 7. UND 10.ACHTEL

T	123	11/8	A7 A4 A10				

4.: UEBERLAGERNDE TAKTART (1.) BEGINNEND TAKT 20, TAKTART 3/4,
AEQUIVALENZ: HALBE (HAUPTTAKT) = PUNKTIERTE HALBE (UEB.)

U	20	3/4		H	H.	(1)	

5.: UEBERLAGERNDE TAKTART (2.) BEGINNEND TAKT 20, TAKTART 8/8,
NEBENBETONUNGEN AUF DEM 4. UND 7.ACHTEL
AEQUIVALENZ: VIERTEL (HAUPTT.) = 3 ACHTEL (UEB.)

U	20	8/8	A4 A7	V	V.	2	

6.: ENDE DES WERKS NACH DEM 155.TAKT

E	156						

TAFEL 8B ART "M" (TEMPO)

```
+-----------------------------------------------------------------------+
| FORMAT:                                                               |
| SP | 1 |  2-9  |    10 - 19     |   20 - 24     |  FF.                |
| BD | K |   GT  | BEZUGSGROESSE  | METRONOMZAHL  |  ---                |
| CD | K |   EP  |       TD       |       Z       |  ---                |
| OB | * |   *   |       *        |       *       |                     |
+----+---+-------+----------------+---------------+---------------------+
| BEISPIELE:                                                            |
|                                                                       |
| 1.:  PUNKTIERTE VIERTEL = 92, BEGINNEND TAKT 12, 2.VIERTEL            |
|      M | 12V2  |  V.            |  92          |                      |
|                                                                       |
| 2.:  HALBE + VIERTEL + PUNKTIERTES VIERTEL = 46,   AB TAKT 99         |
|      M | 99    |  H*V*V.        |  46          |                      |
+-----------------------------------------------------------------------+
```

TAFEL 8C ART "V" (FLIESSENDE TEMPOVERAENDERUNG)
ART "C" (CODE-KARTEN)

ABKUERZUNGEN: AW = VERAENDERUNGS-ANWEISUNG IN WORTEN,
CD = CODE FUER ANWEISUNG,
AG = EINSPEICHERUNG DER ANWEISUNG IN TK.ANGABEN

```
+-----------------------------------------------------------------------+
| FORMAT:                                                               |
| SP | 1 |  2-9  |  10 - 29  |  30-39 | 40-44 | 45-49 | 50-59 |  FF.  |
| BD | K |   GT  |   DAUER   |    AW  |   CD  |   AG  |   ED  |  ---  |
| CD | K |   EP  |     TD    |    A   |   Z   |   A   |   EP  |  ---  |
| OB | * |   *   |     *     |    *   |       |       |       |       |
+-----------------------------------------------------------------------+
| BEISPIELE:                                                            |
|                                                                       |
| 1.:  RIT.,    BEGINNEND 4.VIERTEL IN TAKT 24,   DAUER: 1 VIERTEL,     |
|      V | 24V4  |  V        | RIT.   |       |       |       |       |
|                                                                       |
| 2.:  RIT.,    BEGINNEND TAKT 86,  CODEZAHL 59,                        |
|          DAUER: 41 VIERTEL, ENDPUNKT: TAKT 96                         |
|          EINSPEICHERUNG IN TK.ANGABEN                                 |
|      V | 86    |  41V      | RIT.   |   59  |   A   |  96   |       |
|                                                                       |
| 3.:  STRING., BEGINNEND 4.ACHTEL TAKT 132, DAUER: 6 V.,               |
|          EINSPEICHERUNG IN TK.ANGABEN                                 |
|      V | 132A4 |  6V.      | STRING.|       |   A   |       |       |
|                                                                       |
| 4.:  CODE-KARTE, 'RIT.' ERHAELT CODEZAHL 36 ZUGEWIESEN                |
|      C |       |           | RIT.   |   36  |       |       |       |
+-----------------------------------------------------------------------+
```

TAFEL 8D ART "F" (TAKTFREIER ABSCHNITT)

ABKUERZUNGEN: NWE = TATSAECHLICH GESCHRIEBENE NOTENWERTE
ID = INDEX FREIER_TAKT

```
+-----------------------------------------------------------------------+
| FORMAT:                                                               |
| SP | 1 |  2-9  |  10 - 29  |  30 - 49  |  50  |  FF.                  |
| BD | K |   GT  |   DAUER   |    NWE    |  ID  |  ---                  |
| CD | K |   EP  |     TD    |     TD    |   Z  |  ---                  |
| OB | * |   *   |     *     |     *     |   * |                        |
+-----------------------------------------------------------------------+
| BEISPIELE:                                                            |
|                                                                       |
| 1.:  TAKTFREIER ABSCHNITT, BEGINNEND TAKT 2,, DAUER V., INDEX 1,      |
|          NOTENWERTE: 7 ACHTEL                                         |
|      F |  2    |  V.       |  7A       |  (1) |                        |
|                                                                       |
| 2.:  BEGINN TAKT 6, 2.TRIOLENACHTEL DES 2.VIERTELS,                   |
|          DAUER 2 ACHTEL-TRIOLEN + HALBE,  INDEX 2,                    |
|          NOTENWERTE: VIELE VERSCHIEDENER ART                          |
|      F |6(2A3)5|  2V3*H    | H*6A*3S*A |  2   |                      |
+-----------------------------------------------------------------------+
```

TAFEL 8E ART "W" (WIEDERHOLUNG)
ART "R" (REPETITION)

ABKUERZUNGEN: AWH = ANFANG DER WIEDERHOLUNG
AKL = ANFANG KLAMMER 1
RAP/REP = ANFANG/ENDE DES REPETITIONSABSCHNITTS

```
+-----------------------------------------------------------------------+
| FORMAT:                                                               |
| SP | 1 |  2 - 9  |   10 - 19   |   20 - 29   |   FF.                  |
| BD | K |    GT   |  AWH / RAP  |  AKL / REP  |   ---                  |
| CD | K |    EP   |      EP     |      EP     |   ---                  |
| OB | * |    *    |      *      |        *(R) |                        |
+-----------------------------------------------------------------------+
| BEISPIELE:                                                            |
| 1.:  WIEDERHOLUNG: ANFANG TAKT  2, ENDE TAKT 18, KEINE VERZWEIGUNG    |
|      W |  18     |   2         |             |                        |
|                                                                       |
| 2.:  WIEDERHOLUNG: ANFANG TAKT 56, ENDE TAKT 96,                      |
|          KLAMMER 1: TAKT 95, 2.VIERTEL                                |
|      W |  96     |  56         |   95V2      |                        |
|                                                                       |
| REPETITION:  ZWISCHEN DEM 24. UND 25.TAKT SOLL DER 2. BIS 8.          |
|          TAKT (INCL.) EINGESCHOBEN WERDEN                             |
|      R |  25     |   2         |   9         |                        |
+-----------------------------------------------------------------------+
```

4.43.2 Art "M" (Tempo, Metronomangabe) (Tafel 8B)

Da in TL.LMS für jeden Ton die Dauer im absoluten Zeitwert errechnet werden soll, ist die Angabe des Tempos auf der Basis von Zahlen, d.h. als Metronom-Angabe, unerläßlich. In Wiederholung der Ausführungen in 3.123 schlage ich vor, ggf. auf die Benutzung der Werte von TL.LMS zu verzichten. Trotzdem muß, eventuell aufgrund von Schätzungen oder Mittelwerten, das Tempo in Zahlenwerten für die Umwandlungsprogramme zur Verfügung stehen.

Die Metronom-Angabe besteht aus Metronomzahl, unverändert als Zahl in Spalte 20 f. zu schreiben, und der Bezugsgröße, dem der Metronomzahl vorausgehenden Notenwert, der als Tondauer (verbundene Zeichengruppe) in Spalte 10 - 19 steht. (Nicht benötigte Spalten bleiben in den Zeitstruktur-Daten leer.)

4.43.3 Art "V" (Fließende Tempoveränderung) und "C" (Tafel 8C)

Unter diese Informationsart fallen Tempoveränderungen, die für eine bestimmte Zeitdauer eine Abweichung vom bestehenden Tempo durch fließende Verzögerung oder Beschleunigung bringen, ohne daß das Tempo eigentlich aufgehoben ist.

Die Zeitdauer wird als Tondauer notiert, 20 Spalten stehen zur Verfügung (Sp. 10 - 29). Der Endpunkt der Veränderung kann im Programm errechnet werden, wenn in die Zeitdauer der Veränderung kein Taktwechsel fällt; andernfalls wird der Endpunkt ausdrücklich ab Spalte 50 eingegeben.

Die wörtliche Tempoveränderungs-Anweisung steht in den Spalten 30 - 39.

Die Codezahl für die Anweisung (vgl. 3.212.6) kann ab Spalte 40 folgen, wenn nicht die impliziten Zahlen des Programms (vgl. Tafel 3B) eingesetzt werden sollen. Der Zahlencode ist auch allgemein vorprogrammierbar durch "C"-Karten, die nach der "N"-Karte vor der ersten echten Zeitstruktur-Datenkarte eingegeben werden. Sie enthalten nach der Kennzeichnung "C" in Spalte 1 lediglich die Tempoveränderungs-Bezeichnung in den Spalten 30 bis 39 und ab Spalte 40 die gewünschte Codezahl. Durch "C"-Karten werden die impliziten Codezahlen ohne Ausnahme gelöscht.

4.43.4 Art "F" (Freier Takt) (Tafel 8D)

Benötigt werden Informationen zur Dauer des taktfreien Abschnitts und die Gesamtdauer der Notenwerte, die tatsächlich im taktfreien Abschnitt vorhanden sind (vgl. TK.FREIER_TAKT, 3.212.7, und TL.TONDAUER_FR, 3.222.5), außerdem der Index, falls es nicht der erste bzw. einzige taktfreie Abschnitt im Zeitpunkt ist. Beide Dauern, die reale sowie die der geschriebenen Notenwerte, sind als Tondauern darstellbar.

Normalerweise überschreiten taktfreie Abschnitte nicht die Taktgrenzen. Sollte es einmal anders sein, empfiehlt es sich, den Abschnitt in eine Folge von taktfreien Abschnitten - von Takt zu Takt - umzuwandeln.

```
TAFEL  8F          ART "A"   (ANGABEN ALLGEMEINER ART)
                   ART "N"   (NAME, TITEL)

+-----------------------------------------------------------------------+
| FORMAT:                                                               |
| SP | 1 |  2 - 9  |   10 - 53                  |   FF.                   |
| BD | K |    GT   |  ANGABEN/NAME              |   ---                   |
| CD | K |    EP   |        A                   |                         |
| OB | * |  *(A)   |        *                   |                         |
+-----------------------------------------------------------------------+
| BEISPIELE:                                                            |
|                                                                       |
| 1. ANGABEN:                                                           |
|      A |  1       | ALLEGRO CON BRIO (M=120)  |                        |
|                                                                       |
| 2. TITEL:                                                             |
|      N |          | J.S.BACH  CONTRAPUNCTUS 1 |                        |
+-----------------------------------------------------------------------+
```

4.43.5 Art "W" und "R" (Wiederholung, Repetition) (Taf. 8F)

Der Unterschied der Begriffe ist in 3.212.8 erläutert. Die "W"-Information erscheint mit dem Zeitpunkt des Wiederholungs-Endzeichens, die "R"-Information an dem Zeitpunkt, wo der zu repetierende Abschnitt eingefügt werden soll. Alle Angaben werden als Einsatzpunkte codiert.

Eine "R"-Karte kann den gleichen Zeitpunkt wie eine "F"-Karte haben, muß aber vor dieser eingegeben werden.

4.43.6 Art "A" (Angaben) und "N" (Name, Titel) (Tafel 8F)

Da in TK.ANGABEN nur 44 Bytes für die Speicherung einer Ausführungs-Anweisung in sprachlicher Form zur Verfügung stehen, müssen umfangreiche Tempo- und Charakterangaben ggf. abgekürzt werden.

Als erste Karte kann eine "N"-Karte eingegeben werden, die die Werkbezeichnung trägt. Sie hat aber nur auf die Druckausgabe des Programms TAKT Einfluß. In der Datei TKT ist der Werktitel nur verfügbar, wenn man ihn in die erste "A"-Karte einfügt.

4.43.7 Art "E" (Ende) (Tafel 8A)

Der Anfang des Werks ist durch den Zeitpunkt der ersten Zeitstruktur-Datenkarte bekannt. Der Endpunkt muß mitgeteilt werden; eine fehlende Endkarte würde außerdem zum Fehlerabbruch im Programm TAKT führen. Die "E"-Karte ist vollständig durch Kennbuchstabe und Zeitpunkt (= Endpunkt). Es sei an die Konvention erinnert, daß als Endpunkt der Punkt gilt, der unmittelbar auf den letzten tatsächlich existierenden folgen würde (vgl. 3.124)

4.5 Notations-Daten (Tafel 9 A/E)

4.51 Arten

Wie in den Zeitstruktur-Daten lassen sich auch in den Noten-Daten verschiedene Datentypen unterscheiden:
1. Noten und Pausen, einschl.Attribute,
2. Bezeichnung von Instrument und Stimme,
3. Schlüssel und Vorzeichen,
4. andere Zeichen, die nicht zu den Noten gehören.

Die Methode EDM ist zwar daraufhin angelegt, alle Informationen des Notenbilds erfassen zu können, jedoch ist bis jetzt nur die bedeutungsorientierte Eingabe realisiert. Darum wird nur die Eingabe der unter Punkt 1 und 2 genannten Datentypen sowie die der Vorzeichen beschrieben.

4.52 Kennzeichnung - Eingabefolge

Anders als bei den Zeitstruktur-Daten werden die Eingabesätze nicht besonders gekennzeichnet; ihr Typ ergibt sich aus dem Inhalt. Eine gewisse Ausnahmeregel gilt nur für wenige Sonderfälle.

In der Datei TLN stehen die Parts aller Instrumente bzw. die Stimmen akkordfähiger Instrumente linear hintereinander. Die Reihenfolge in TLN ergibt sich aus der Abfolge in der Eingabe.

Die Folge der Instrumente kann beliebig sein, richtet sich aber günstigerweise nach der Partitur. Die verschiedenen Stimmen eines mehrstimmigen Instruments müssen jedoch, aufsteigend nach Stimmnummern geordnet, nacheinander eingelesen werden. Die Aufteilung des Parts solcher Instrumente erfolgt nach musikalisch-logischen Stimmführungsregeln. Als 1.Stimme gilt im Normalfall die oberste.

Der erste Satz jedes Parts bzw. jeder Stimme bezeichnet das Instrument durch Name, Nummer und Stimmnummer. Die Sätze aller Noten und Pausen schließen sich in zeitlich richtiger Aufreihung an. Die zeitliche Folge beginnt mit dem Anfangspunkt des Werks.

Zur Kontrolle des Eingabematerials sind die ersten 8 Spalten der Lochkarte für Label reserviert. Spalte 1 - 3 enthält die Kartennummer, die sich vorteilhafterweise nach den erreichten Taktnummern richtet. Spalte 4 kann ein Zusatzzeichen aufnehmen und in den Spalten 5 - 8 findet der Name des Instruments Platz.

Der erste Eingabesatz enthält den Titel für das Programm LØ (Kartennummer Ø oder 1, ab Sp.9 Titel, höchstens 60 Zeichen, Semikolon).

4.53 Bezeichnung des Instruments und der Transposition (Tafel 9A)

In der Struktur TL besteht die volle Bezeichnung eines Instruments aus Name, Nummer und Stimmnummer, ebenso in der Eingabe. Der Name wird beliebig auf zwei Zeichen abgekürzt, Nummer und Stimmnummer folgen unmittelbar einstellig, ggf.

TAFEL 9 N O T A T I O N S - D A T E N K A R T E N

FORMAT:

```
SATZ:     ........................................;
                (HOECHSTENS 60 ZEICHEN)


DATENABSCHNITTE:
          ................|................|...........|......;
                  TON            NOTEN          ATT       TEXT
 LAENGE 1:         48              58            36         8
 LAENGE 2:         24              32            36         B
(LAENGE 2:  HOECHSTLAENGE EINES AKKORDS ODER EINER ANBINDUNG;
TEXT DARF ENTFALLEN, EBENSO ATT, WENN TEXT FEHLT.)
```

TAFEL 9A INSTRUMENT UND TRANSPOSITIONSVORSCHRIFT

```
+-----------------------------------------------------------------------+
| FORMAT:                                                               |
|                                                                       |
|     INSTRUMENTENBEZEICHNUNG:                                          |
|               INSTRUMENTENNAME␣[NUMMER]␣[STIMMNUMMER]                |
|                      2 A          A          A (=ZAHL,HEXAD.D)        |
|     (NUMMER UND STIMMNUMMER ENTBEHRLICH, WENN '1' UND KEINE TRANS-    |
|      POSITIONSVORSCHRIFT FOLGT; KEINE BLANKS ZWISCHEN DEN ZEICHEN)    |
|     TRANSPOSITIONSVORSCHRIFT:                                         |
|               INSTR.-BEZ.␣VORZEICHEN␣TONNAME␣RICHTUNG                |
|                    4 A        A         A        A                   |
|     (INSTRUMENTENBEZEICHNUNG WIRD DURCH SCHLUESSELWORT 'TRA:' ER-     |
|      SETZT, WENN SICH NUR TRANSPOSITION AENDERT.)                     |
|                                                                       |
| BEISPIELE:                                                            |
|                                                                       |
|   HARFE:                                      HF;        (HF1; HF11;)  |
|   HARFE,    1.STIMME:                         HF;        (HF1; HF11;)  |
|   HARFE,    3.STIMME:                         HF13;                    |
|   HARFE 2,  1.STIMME:                         HF21;                    |
|   1.VIOLINE:                                  VI;        (VI1; VI11;)  |
|   1.VIOLINE, 2.STIMME:                        VI12;                    |
|   2.VIOLINE, 1.STIMME:                        VI2;       (VI21;)       |
|   2.VIOLINE, 2.STIMME:                        VI22;                    |
|   1.KLARINETTE IN C:                          KL;        (KL1; KL11;)  |
|   1.KLARINETTE IN B:                          KL11@BT;                 |
|   TRANSPOSITIONSWECHSEL NACH A:               TRA:$AT;                 |
|   TRANSPOSITIONSWECHSEL NACH ES:              TRA:@EH;                 |
|   4.HORN IN F:                                HO41$FT;                 |
|   TRANSPOSITIONSWECHSEL NACH ES:              TRA:@ET;                 |
|   ENGLISCH HORN:                              EH11$FT;                 |
|   BECKEN:                                     BC;                      |
|   KONTRABASS:                                 KB11$CT;                 |
+-----------------------------------------------------------------------+
```

in hexadezimaler Darstellung. Stimmnummer und Nummer können entfallen oder durch Komma ersetzt werden, wenn sie gleich 1 sind.

Die Transpositionsvorschrift vervollständigt u.U. die Bezeichnung des Instruments. Sie besteht aus 3 Zeichen an 5. bis 7. Stelle des Satzes: zwei Zeichen nennen den Transpositionston durch Vorzeichen und Tonname, das dritte die Transpositionsrichtung.

Ändert sich im Verlauf eines Parts die Transposition, wird die Transpositionsvorschrift durch das Präfix 'TRA:' statt eines Instrumentennamens eingeleitet.

Natürlich müssen auch Transpositionsvorschriften mitgeteilt werden, die in der Partitur nicht ausdrücklich vermerkt sind, z.B. die Transposition in die Oktave bei Kontrabaß oder Piccolo-Flöte oder die Transposition nach F beim Englisch Horn.

4.54 Töne und Pausen

4.541 Format - Satz - Datenabschnitte

Jeder Eingabesatz wird durch ein Semikolon abgeschlossen. Dies gilt auch für Instrumenten-Bezeichnungen oder den einleitenden Titelsatz.

Die Länge des Satzes ist auf 60 Zeichen begrenzt (ohne Semikolon). Zwischen den Sätzen dürfen beliebig viele Leerstellen eingeschoben sein, jedoch soll keine Karte im Datenteil ganz leer bleiben. Blanks innerhalb eines Satzes sind nur in Ausnahmefällen erlaubt.

Als Satz gilt jede abgeschlossene Informationseinheit zu einem Ton. Von dieser Regel wird abgewichen, wenn mehrere Töne in Tonhöhe oder Tondauer Gemeinsamkeiten aufweisen und darum in einem einzigen Satz zusammengebracht werden können (vgl. 4.542.6 und 4.543.5). Eine Ausnahme wird auch bei Folgesätzen nötig (vgl. 4.542.5).

Die Teilinformationen eines Satzes sind sinngemäß zu ordnen und in Datenabschnitte aufzuteilen: Tonhöhen in TON, Notenwerte (Tondauern) in NOTEN, Attribute in ATT, Text (nur bei Vokalwerken) in TEXT. Die Namen der Datenabschnitte sind der Struktur TLØ entnommen (vgl. Tafel 13B), in der die eingegebenen Sätze durch das Programm LØ eine erste Ordnung erfahren.

Die Datenabschnitte haben eine feste Folge, die sie identifiziert: TON, NOTEN, ATT, TEXT. Sie sind durch das Trennzeichen voneinander abgesetzt. Der Abschnitt TEXT darf ggf. entfallen, ATT ebenfalls, wenn auch TEXT fehlt.

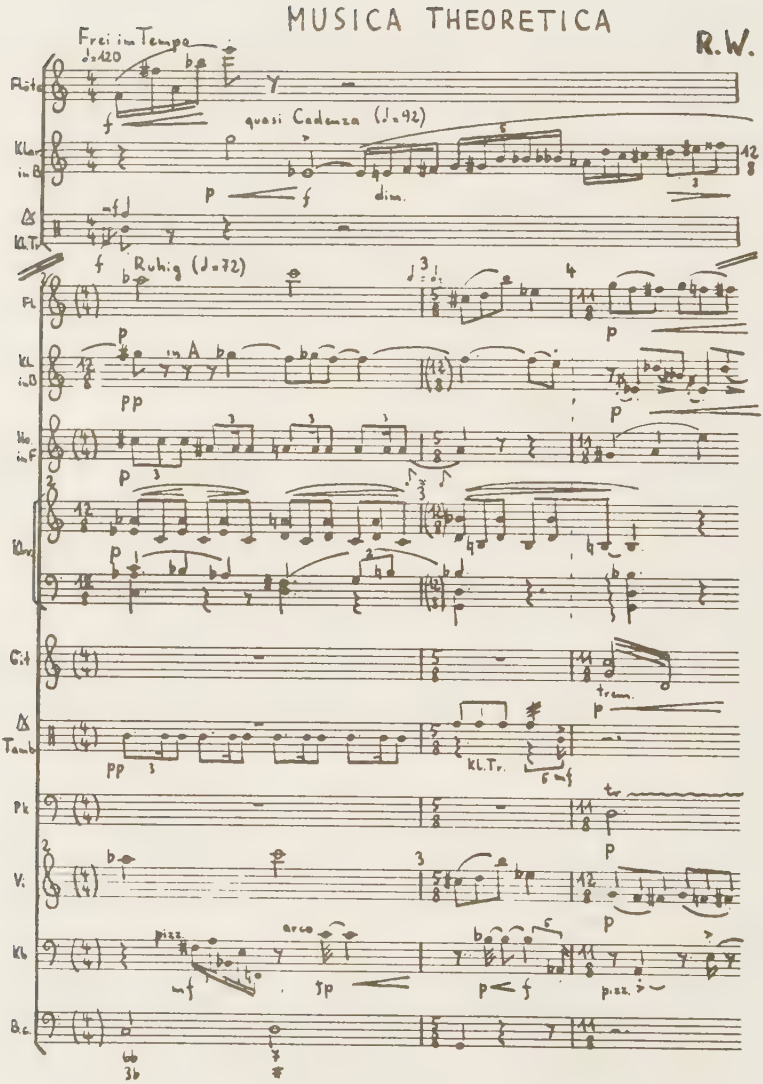
Zur Vereinfachung der Eingabe gibt es Sätze in Sonderformen, die nicht in Datenabschnitte aufgeteilt sind.

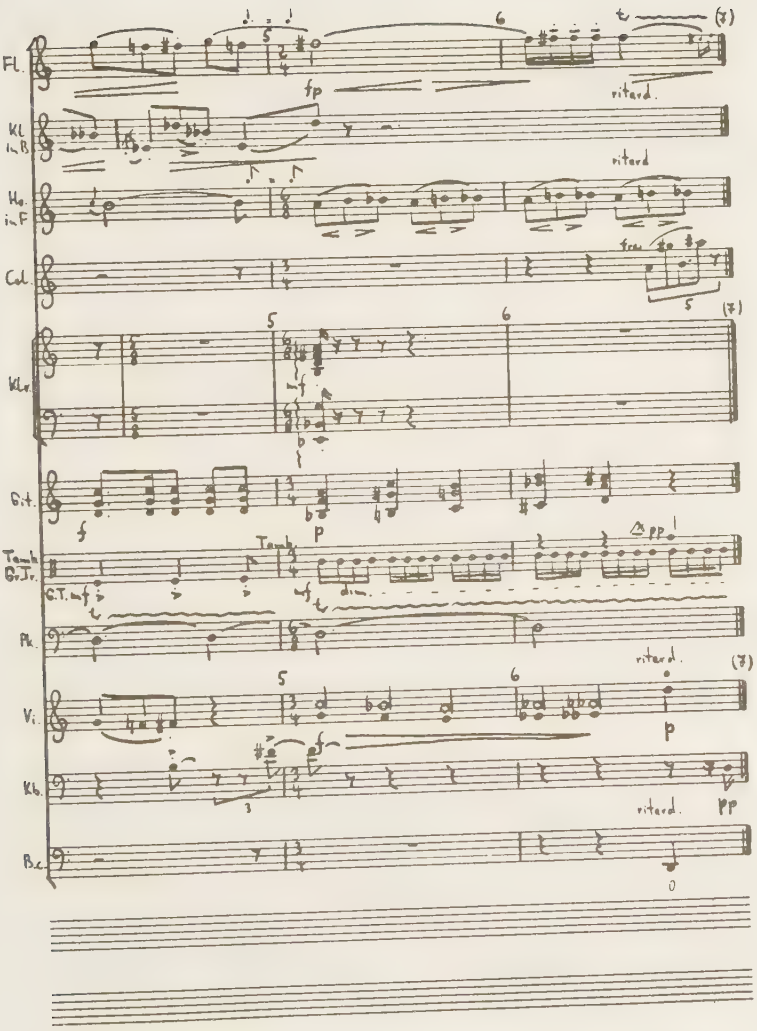
4.542 Datenabschnitt TON (Tafel 9B)

Die Länge des Abschnitts ist in der Eingabe auf 48 Zeichen begrenzt. Ein Akkord darf höchstens 24 Zeichen benötigen.

MUSICA THEORETICA

R.W.




Fl.
Kl. in B
Ho. in F
Cel.
Klr.
Git.
Tamb. Gr.Tr.
G.T.
Pk.
Vi.
Kb.
B.c.
ritard.
fp
mf
f
p
pp
dim.

TAFEL 9** CODIERUNG DER "MUSICA THEORETICA"

1. ZEITSTRUKTUR-DATEN

```
SPALTE
I(1)      I(10)     I(20)     I(30)     I(40)     I50)      I(60)

N         MUSICA THEORETICA
T1        4/4
M1        V         120
A1        FREI IM TEMPO
F1V2      3V                  H*H*V*V*V*V
A1V2      QUASI CADENZA
M1V2      V         92
A2        RUHIG
U2        12/8                V         3A        1
M2        V         72
T3        5/8
M3        V.        72
U3        12A                 A         A         1
T4        11/8 A4   A7   A10
T5        6/8
U5        2/4                 3A        V         1
U5        3/4                 A         A         2
V6A4      3A                  RITARD.   1    A
F6A5      V                   5A
E7
```

2. NOTATIONS-DATEN

```
0 TIT          MUSICA THEORETICA¦     /* BEISPIEL-CODIERUNG*/¦

1 FL1  FL1¦    F4¦S¦F*B5*<4¦  #F5/A4/@B5¦=¦    E6¦?1V2?A¦.¦   P¦A*H¦
2 FL1  @A5¦12!H¦P¦  C6¦=¦ /*TAKT 3:*/¦   #C5¦A¦B3¦  D5/B5¦=¦  @E5¦V¦
4 FL1  G5¦?4?A¦B3*P¦ F5¦=¦ #F5¦=¦.*<7¦ (G5¦=¦B3¦  F5¦?4A5?=¦#F5¦=¦.¦)2¦
4+FL1  G5¦A¦R¦  F5¦=¦   /*TAKT 5:*/¦  #F5¦A_UE:H*S¦FP*<▶*XB*TROH¦
5 FL1  =¦S/S/S¦.*_¦   /*KONTR. IN HAUPTTAKTART:/*¦  =¦?6A4?VITROH*>*B¦
6 FL1  #E5/#F5¦N¦

1 KL1  KL11@BT¦        P¦V¦   G5¦A_FR1:H¦P*<¦        @E4¦H*S¦F*A*B¦
1+KL1  E4¦S¦DIM¦ F4¦=¦BT:Z6¦ #F4=¦  G4¦4S5¦BT:B00001¦  #G4=¦
1+KL1  B4¦=¦BT:Z12¦ @B4/-B4¦=¦  @A4¦S¦BT:Z5¦ D5=¦ C5¦=¦BT:Z6¦ #C5=¦
1+KL1  #D5¦2A3¦>3*BT:B00001¦ #E5¦=¦BT:Z12¦ +F5¦=¦
2 KL1  /*TAKT 2, ENDE KADENZ*/¦  #G5¦?2?E_FR:A_UE:A¦.*PP¦  P¦3A¦
2+KL1  TRA:$AT¦  @G5¦V¦B2¦  F5¦A¦.¦  @G5¦=¦B3¦  F5¦A*V.*V.*A¦  E5¦A¦.¦
4 KL1  /*KONTROLLE IN HAUPTTAKTART:*/¦       P¦?4?A¦
4+KL1  D4¦K¦P*B2¦   @E4¦A¦.*<7¦     @D5¦=¦B2*>¦      -B4¦=¦.¦
4+KL1  D4¦K¦B2¦      @E4¦A¦.¦        @D5¦=¦B2*>¦      -B4¦=¦.¦
4+KL1  D4¦K¦B2¦      @E4¦A¦.¦        @D5¦=¦B2*>*>4¦  -B4¦=¦.¦
4+KL1  @E4¦A¦B2¦  @D5¦?5?=¦.¦

1 HO   HO11$FT¦       P¦BT2¦
2 HO   #C5¦2A3¦P¦   =¦=¦  =¦   /*2.GRUPPE:*/¦ #A4¦2A.3/4S6/2A3¦
2+HO   /*3.GRUPPE:*/¦ A4¦=¦    /*4.GRUPPE:*/¦  A4¦2A.3/4S6/2A3*V¦
3 HO   P¦?3A3?A*V¦  #G4¦V¦B3¦  A4/E5¦=¦   C5¦LVA(V)¦B2¦   B4¦LHH*A¦
5 HO   (A4¦A¦B3*<¦  B4¦=¦>¦  @B4¦=¦.¦)4¦

1 CE1  CE11$CH¦     P¦BT6¦
6 CE1  P¦A_UE2:V*V¦ A4¦A_FR:A¦YP*FREI*B4¦ #G5¦=¦ B4¦A.¦ #A5¦S¦  P¦A¦
```

```
1 KV1   KV1¦ /*KLAVIER, 1.STIMME*/¦  P|G¦  @A4@E4|A_UE1:A|B6*P*<3¦
2 KV1   C4C4|A¦  @A4*@E4|=¦ C4C4|=|>3¦  @A4@E4=¦  C4C4=¦
2+KV1   A4D4|=|<6*B6¦  C4C4=¦  (A4D4=¦ C4C4=¦)2¦
3 KV1   @B4D4|=|B6*>6¦  B3B3|=¦ @B4D4|=¦  B3B3=¦  @B3D4=¦  B3B3|?4?A*V.¦
4 KV1   P|E_UE:BT5¦        A4#F4D4B3G3@B2@E2|S|.*MF*ARP¦
1 KV13 KV13¦ /*KLAVIER, 3.STIMME (2.ST. ZUSAMMEN MIT 1. EINGEGEBEN)*/¦
1+KV13 P|BT2¦   C4|A_UE:V|B3*P¦  @B3/@A3|=¦  #F3|V.|B3¦ G3/B3|3A2¦
3 KV13 @B3|?3?V.¦  P|=¦   @B3D323|=¦
1 KV14 KV14¦ P|BT2¦    @A3C3|V.|P¦ P=¦ #F3D3=¦ P=¦ D3G2=¦  P=¦

1 GI    GI1¦ /*GITARRE*/¦  T:G4C5/D4||4|H.|P¦  C5G4D4|A.|F¦ =|S/A/A/A¦
5 GI    A4F4@B3|?5?V|P¦  C5#G4B3/B4G4C4/D5@B4#C4/#C5A4D4|=¦

1 KTR   KT¦ /*KL.TROMMEL*/¦  M|K|F¦ =|=¦ =|A|.¦   M||3(A5)23|V5|MF*A¦
1 TR    TR¦ /*TRIANGEL*/¦  H|V|MF¦ P|BT3¦ H|A|P¦ =|A/A¦ =|V|TR¦
4 TR    P|?4?BT6¦   H|V|PP¦
1 GT    GT¦ /*GR.TR.*/¦    T||4A7|V|MF*A*.¦   =|=|.*A¦  =|A|=¦
1 TA    TA¦ /*TAMB.*/¦  P|BT2¦  M|2A.3/4S6/2A3|PP¦  M|<2A.3/4S6/2A3>3¦
3 TA    P|BT5¦   M|S|MF*DIM¦   =|<S>23¦

1 PK    PK¦    P|BT5¦     D2|BT7|TR*B¦

1 VI    VI¦  P|G¦  @A5|H|P¦  C6|H¦  #C5|A¦  D5|A¦  B5|A¦  @E5|V¦
4 VI    WIE FL OKT1T VT4 BT4A10¦    P|V¦
5 VI    %C5G4|A_UE2:V|F*>5¦  _B4F4|=¦  %A4E4|=¦  _A4@E4|=¦
5+VI    <A4-E4|=¦  D5|=|F0*P¦

1 KB    KB11$CT¦    #F3||2V2|4S5|MP*PIZZ¦  A3/@B2/E3/F2|=¦
2+KB    P|A..¦  C4|Z|FP*ARCO¦  &|V|<¦
3 KB    P|A..¦  @B3|Z*A|P*<¦  &|4V5|F¦    @A2|4S5|.¦
4 KB    P|?4?A¦ A2|V|.*A*PIZZ*KL¦   P|A.¦   E3|S|.*A*KL¦
4+KB    P|A*V¦  B3|A|.*A*KL¦  P|2A3¦  #F4|2A3*A|A*KL¦
5 KB    P|?5A2?A_UE2:A*4V*A*S¦      D2|S|PP¦

1 BC    BC¦    /*BASSO CONTINUO*/¦  P|BT2¦
2 BC    C3|H|P*6@,3@¦  D3|=|#,7¦ G2|?3?V¦    D2||6V3|V|P*0¦


0 TIT            MUSICA THEORETICA¦     /* EINFACHERE CODIERUNG*/¦

1 FL1   FL1¦    F4|S|F*B5*<4¦  #F5/A4/@B5|=¦    E6|?1V2?A|.¦
2 FL1   @A5||2|H|P¦  C6|=¦  #C5|A|B3¦  D5/B5|=¦  @E5|V¦
4 FL1   G5|?4?A|B3*P¦ F5|=¦ #F5|=|.*<7¦ (G5|=|B3¦  F5|?4A5?=¦#F5|=|.¦)2¦
4+FL1   G5|A|B¦  F5|=¦    ⇒F5|A_UE:H*S|FP*<>*XB*TROH¦
5 FL1   =|S/S/S|.*_¦   =|?6A4?V|TROH*>*B3¦   #E5/#F5|N¦

1 KL1   KL11@BT¦        P|V¦   G5|A_FR1:H|P*<¦        @E4|H*S|F*A*B¦
1+KL1   E4|S|DIM¦ F4/#F4|=¦ G4/#G4/B4/@B4/-B4|4S5¦  @A4/D5/C5/#C5|S¦
1+KL1   #D5|2A3|>3¦  #E5/+F5|=¦  #G5|?2?E_FR:A_UE:A|.*PP¦  P|3A¦
2+KL1   TRA:$AT¦  @G5|V|B2¦  F5|A|.¦  @G5|=|B3¦  F5|A*V.*V.*A|¦  E5|A|.¦
4 KL1   P|?4?A¦   D4|K|P*B2¦   @E4|A|<*<7¦  (@D5|=|B2*>¦    -B4|=|#¦
4+KL1   D4|K|B2¦     @E4|A|.¦ )2¦   @D5|=|B2*>*>4¦   -B4|=|.¦
4+KL1   @E4|A|B2¦  @D5|?5?=|.¦

1 HO    HO11$FT¦    #C5||2|2A3|P¦  =|=¦  =¦  #A4/A4|2A.3/4S6/2A3¦
2 HO    A4|2A.3/4S6/2A3*V¦  P|?3A3?A*V¦
4 HO    #G4|V|B3¦  A4/E5|=¦   C5|LVA(V)|B2¦   B4|LHH*A¦
5 HO    (A4|A|B3*<¦  B4|=|>¦  @B4|=|.¦)4¦
```

```
1 CE1   CE11$CH¦P¦¦6¦A_UE2:V*V¦A4¦A_FR:A¦YP*FREI*B4¦#G5¦=¦ B4¦A.¦#A5¦S¦

1 KV1   KV1¦ P¦G¦     @A4@E4¦A_UE1:A¦B6*P*<3¦  C4C4¦A¦ @A4@E4=¦
2+KV1   C4C4¦=¦>3¦  @A4@E4=¦  C4C4=¦
2+KV1   A4D4¦=¦<6*B6¦  C4C4=¦  (A4D4=¦ C4C4=¦)2¦
3 KV1   @B4D4¦=¦B6*>6¦  (B3B3=¦ @B4D4=¦)2¦  B3B3¦?4?A*V.¦  P¦E_UE:BT5¦
4 KV1   A4#F4D4B3G3@B2@E2¦S¦.*MF*ARP¦
1 KV13 KV13¦  C4¦¦2¦A_UE:V¦B3*P¦  @B3/@A3¦=¦  #F3¦V.¦B3¦ G3/B3¦3A2¦
3 KV13 @B3¦?3?V.¦  P¦=¦   @B3D3G3¦=¦
1 KV14 KV14¦  @A3C3¦¦2¦V.¦P¦ P=¦ #F3D3=¦ P=¦ D3G2=¦

1 GI    GI1¦        T:G4C5/D4¦¦4¦H.¦P¦       C5G4D4¦A.¦F¦ =¦S/A/A/A¦
5 GI    A4F4@B3¦?5?V¦P¦  C5#G4B3/B4G4C4/D5@B4#C4/#C5A4D4¦=¦

1 KTR   KT¦   M¦K¦F¦ =¦=¦ M¦A¦.¦   P¦BT3(A5)23¦  M¦V5¦MF*A¦
1 TR    TR¦ H¦V¦MF¦   H¦¦3¦V¦P¦ =¦A/A¦  =¦V¦TR¦P¦¦6¦A_UE2:V*V¦ H¦V¦PP¦
1 GT    GT¦    T¦¦4A7¦V¦MF*A*.¦   =¦=¦.*A¦  =¦A¦=¦
1 TA    TA¦   M¦¦2¦<2A.3/4S6/2A3>4¦PP¦  M¦¦5¦S¦MF*DIM¦  =¦<S>23¦

1 PK    PK¦    D2¦¦5¦BT7¦TR*P¦

1 VI    VI¦   P¦G¦     WIE FL VT2 BT4¦  WIE FL OKT1T VT4 BT4A10¦  P¦V¦
5 VI    %C5G4¦A_UE2:V¦F*>5¦ _B4F4/%A4E4/_A4@E4/<A4-E4¦=¦ D5¦=¦P*F0¦

1 KB    KB11$CT¦    #F3¦¦2V2¦4S5¦MP*PIZZ¦  A3/@B2/E3/F2¦=¦
2+KB    P¦A..¦  C4¦Z¦FP*ARCO¦  &¦V¦<¦
3 KB    P¦A..¦  @B3¦Z*A¦P*<¦  &¦4V5¦F¦    @A2¦4S5¦.¦
4 KB    P¦?4?A¦ A2¦V¦.*A*PIZZ*KL¦   P¦A.¦   E3¦S¦.*A*KL¦
4+KB    P¦A*V¦  B3¦A¦.*A*KL¦  P¦2A3¦  #F4¦2A3*A¦A*KL¦
5 KB    P¦?5A2?A_UE2:A*4V*A*S¦       D2¦S¦PP¦

1 BC    BC¦  P¦BT2¦  C3¦H¦P*6@,3@¦  D3¦=¦#,7¦ G2¦?3?V¦  D2¦¦6V3¦V¦P*0¦
```

3. ATTRIBUT-BESTIMMUNGSKARTEN

(IN BEISPIELEN AUF TAFEL 10B ENTHALTEN)

4. ZEITABSCHNITT-KARTEN

MUSICA THEORETICA - VERSION 1: ALLE ACHTEL

```
Z1      A
Z1A4    N
Z2      A
```

MUSICA THEORETICA - VERSION 2: NUR BETONTE TAKTTEILE

```
Z1      A
Z1A4    N
Z2      A    2    1
Z3      A    5    1,4
Z4      A    11   1,4,7,10
Z5      A    2    1
```

4.542.1 Tonhöhe

Jede Tonhöhe wird nach den Regeln der Grundvereinbarung der internen Darstellung codiert sowie nach der Ordnung der Zeichengruppe Tonhöhe.

Wenn die generell vorgeschriebenen Vorzeichen (vgl. 4.546.5) eingegeben sind, darf das Vorzeichen der betreffenden Note wie im geschriebenen Bild entfallen. Dafür muß aber jede Auflösung codiert werden, was sonst nicht nötig wäre.

Die Regel, daß neu eingeführte Vorzeichen bzw. Auflösungszeichen für die ganze Dauer des Takts gelten, konnte nicht übernommen werden; entsprechende Ergänzungen dürfen nicht vergessen werden.

4.542.2 Akkord

Streng genommen müßten bei der linearen Eingabe, die EDM vorschreibt, alle Töne eines Akkords einzeln, in Stimmen getrennt, in die Parts der verschiedenen Stimmen des Instruments eingefügt werden. Das Programm L3 übernimmt diese Aufgabe, es verteilt die Töne eines Akkords der Reihenfolge nach in die aktuelle Stimme und dann in die jeweils nächste höherer Stimmnummer. Zu beachten ist dabei, daß die Zuteilung der Stimmnummer, von unten nach oben oder, wie empfohlen, umgekehrt, vom Benutzer durch die Art seiner Eingabe selbst gesteuert wird und selbstverständlich bei der Abfolge der Töne im Akkord berücksichtigt werden muß.

Ferner ist bei der Akkord-Eingabe zu bedenken, daß alle Akkordtöne in Tondauer und Attributen völlig gleich sein müssen.

Schwierigkeiten können bei der Rückkehr aus der Akkord-Eingabe in die lineare Eingabe entstehen, da weder die Zeitordnung noch konstante Attribute (vgl. 4.544.3) in den nicht aktuellen Stimmen bekannt sein können. Deshalb müssen oft im ersten Satz nach dem Akkord-Abschnitt entsprechende Angaben ergänzend eingefügt werden.

In Akkorde dürfen auch Pausen oder unbestimmte Tonhöhen als vollgültige Akkord-"Töne" einbezogen werden; dies macht die Eingabe von Akkordreihen unterschiedlicher Tonzahl möglich. Einklänge innerhalb des Akkords sind durch doppelte Schreibung darzustellen, Stimmkreuzungen durch entsprechende Anordnung der Töne im Akkord.

Die Zeichengruppen der Einzeltöne sind im Akkord durch das Verbindungszeichen oder Blank(s) voneinander abgesetzt, können aber auch lückenlos aneinandergereiht werden.

4.542.3 Flageolett-Griffnoten

Sie sind ein Relikt aus Tabulatur-Zeiten: die Tonhöhe erscheint in der Partitur nicht unmittelbar durch die Lage der Note im Liniensystem, sondern ist nach physikalisch-akustischen Gesetzen aus dem geschriebenen Doppelgriff errechenbar. Das Umwandlungsprogramm L3 nimmt dem Benutzer die Berechnung der Tonhöhe ab, wenn er den Doppelgriff als besonderen Akkord eingibt: die obere eckige Note, die erste im Pseudo-Akkord, ist durch ein besonderes Vorzeichen, das das normale der Grundvereinbarung ersetzt, gekennzeichnet.

TAFELN 9 B-D DIE DATENABSCHNITTE

ALLE CODIERUNGSBEISPIELE BEZIEHEN SICH AUF "MUSICA THEORETICA", ABGEBILDET IN TAFEL 9* (NACH TAFEL 9A, S.78)
DIE "KOMPOSITION" VERSUCHT IM RAUM VON 6 TAKTEN DIE VIELFALT DER NOTATION ZU ERFASSEN.

TAFEL 9B DATENABSCHNITT "TON" (ZU 4.542)

```
+-----------------------------------------------------------------------+
|                                                                       |
| 1. TONHOEHE:                                                          |
|   BESTIMMTE TONHOEHE:     KLARINETTE, TAKT 1                          |
|   1 KL1  KL11@BT:        P|V:   G5|A_FR1:H|P*<:        @E4|H*S|F*A*B: |
|   1+KL1  E4|S|DIM: F4|=|BT:Z6: #F4=:  G4|4S5|BT:B00001:  #G4=:        |
|                                                                       |
|   PAUSE:                  KONTRABASS, TAKT 4                          |
|   4 KB   P|?4?A: A2|V|.*A*PIZZ*KL:   P|A.:   E3|S|.*A*KL:              |
|   4+KB   P|A*V:  B3|A|.*A*KL:  P|2A3:  #F4|2A3*A|A*KL:                 |
|   5 KB   P|?5A2?A_UE2:A*4V*A*S:       D2|S|PP:                        |
|                                                                       |
|   UNBESTIMMTE TONHOEHE:  KLEINE TROMMEL(KT), TRIANGEL (TR)            |
|   1 KTR  KT:   M|K|F: =|=: =|A|.:   M|!3(A5)23!V5|MF*A:                |
|   1 TR   TR: H|V|MF: P|BT3: H|A|P: =|A/A: =|V|TR:                      |
|                                                                       |
| 2. AKKORD:                KLAVIER,     GITARRE                        |
|   1 KV1  KV1: P|G:    @A4@E4|A_UE1:A|B6*P*<3:  C4C4|A: @A4@E4=:       |
|   2+KV1  C4C4|=|>3:  @A4@E4=:  C4C4=:                                |
|   2+KV1  A4D4|=|<6*B6:  C4C4=:  (A4D4=: C4C4=:)2:                     |
|   3 KV1  @B4D4|=|B6*>6:  (B3B3=: @B4D4=:)2:  B3B3|?4?A*V.:            |
|   4 KV1  P|E_UE:BT5:          A4#F4D4B3G3@B2@E2|S|.*MF*ARP:           |
|   5 GI   A4F4@B3|?5?V|P:  C5#G4B3/B4G4C4/D5@B4#C4/#C5A4D4|=:           |
|                                                                       |
| 3. FLAGEOLETT:            VIOLINE, TAKT 5-6                           |
|   5 VI   %C5G4|A_UE2:V|F*>5: _B4F4/%A4E4/_A4@E4/<A4-E4|=: D5|=|P*F0:|
|                                                                       |
| 4. WIEDERHOLUNG:          FLOETE, TAKT 5-6                            |
|   4+FL1  G5|A|B:  F5|=:    #F5|A_UE:H*S|FP*<>*XB*TROH:                |
|   5 FL1  =|S/S/S|.*_:   =|?6A4?V|TROH*>*B3:   #E5/#F5|N:              |
|                                                                       |
| 5. TONFOLGE:              KLARINETTE, TAKT 1 (VARIANTE)               |
|   1 KL1  KL11@BT:        P|V:   G5|A_FR1:H|P*<:        @E4|H*S|F*A*B: |
|   1+KL1  E4|S|DIM: F4/#F4|=: G4/#G4/B4/@B4/-B4|4S5: @A4/D5/C5/#C5|S:|
|   1+KL1  #D5|2A3|>3:  #E5/+F5|=:  #G5|?2?E_FR:A_UE:A|.*PP:  P|3A:    |
|                                                                       |
| 6. FOLGESATZ:             KONTRABASS, TAKT 2-3                        |
|   2+KB   P|A..:  C4|Z|FP*ARCO:  &|V|<:                                |
|   3 KB   P|A..:  @B3|Z*A|P*<:  &|4V5|F:    @A2|4S5|.:                 |
|                                                                       |
| 7. TREMOLO:                GITARRE                                    |
|   1 GI   GI1:        T:G4C5/D4||4|H.|P:                               |
|                                                                       |
+-----------------------------------------------------------------------+
```

4.542.4 Wiederholung

Bleibt der Datenabschnitt TON unverändert gleich, kann er im folgenden Satz durch '=' ersetzt werden.

4.542.5 Folgesatz

Wenn die Aufteilung eines Tons in Folgesätze nötig ist (vgl. 3.222.7 und 5.544.5), dauert die Tonhöhe im zweiten (und folgenden) Satz an; das Zeichen dafür ist '&'.

4.542.6 Tonfolgen gleicher Dauer und Spielart

Bleiben Dauer und Spielart über mehrere Töne hinweg gleich, darf der Datenabschnitt NOTEN bzw. ATT immer durch das Wiederholungszeichen ersetzt werden. Man kann aber auch die Tonhöhen der Folge (Einzeltonhöhen oder Akkorde) mit Trennzeichen aneinanderreihen. Das Programm LØ löst die Kette auf und teilt jeder Tonhöhe die in NOTEN bzw. ATT stehenden Notenwerte und Attribute zu.

4.542.7 Tremolo

Ein Sonderfall der Tonhöhen-Notierung liegt in verbundenen Tremolo-Tönen vor. Die Notenschrift bezeichnet den musikalischen Sachverhalt sehr deutlich: in beiden Notenwerten der Tremolo-Bewegung ist die volle Tondauer enthalten, die Balken zwischen den Notenwerten veranschaulichen die Bewegung. Dies entspricht genau dem Hören: alle Tremolo-Tonhöhen verbinden sich in unserem Ohr zu einem einheitlichen Klang, einem Akkord, in dem eine Bewegung zu spüren ist.

Für die Codierung bieten sich zwei Möglichkeiten an: Man kann die Noten des Tremolo-Akkords als richtigen Akkord auffassen und ihn so codieren mit dem Zusatz 'TREM' im Datenabschnitt ATT. Man kann die Tremolo-Verbindung als Tonfolge gleicher Dauer und Spielart auffassen und als getrennte Tonhöhen codieren mit dem Präfix 'T:'. (Beide Arten ergeben in TL das gleiche Bild. Die zweite Möglichkeit entstand als Vorgriff auf die bildorientierte Eingabe.)

4.543 Datenabschnitt NOTEN (Tafel 9C)

Die Höchstlänge des Abschnitts beträgt 58 Zeichen, eine Serie angebundener Tondauern darf einschließlich besonderer Hinweise auf den Bezug zu taktfreiem Abschnitt und/oder überlagernder Taktart 32 Zeichen nicht überschreiten.

Blanks innerhalb der Zeichenfolge des Abschnitts sind nicht gestattet; sie können zu falschen Ergebnissen führen.

Zum Inhalt des Abschnitts NOTEN können drei verschiedene Informationsarten gehören:
1. Einsatzangaben,
2. Hinweise auf Besonderheiten der Zeitordnung,
3. die eigentlichen Tondauern.
Die Reihenfolge entspricht nicht der Wichtigkeit, jedoch der Anordnungsfolge in NOTEN, wenn die Informationsarten aufeinandertreffen.

TAFEL 9C DATENABSCHNITT "NOTEN" (ZU 4.543)

```
+-----------------------------------------------------------------------+
| 1. TONDAUER:                                                          |
|   GRUNDNOTENWERT:          VIOLINE, TAKT 2-3                          |
|   1 VI   VI:  P|G:  @A5|H|P:  C6|H:  #C5|A:  D5|A:  B5|A:  @E5|V:      |
|                                                                       |
|   ZEICHENGRUPPE NOTENWERT:  KONTRABASS, TAKT 2-3                      |
|   1 KB1  KB1,$CT:    #F3||2V2|4S5|MP*PIZZ:  A3/@B2/E3/F2|=:           |
|   2+KB   P|A..:  C4|Z|FP*ARCO:  &|V|<:                                |
|   3 KB   P|A..:  @B3|Z*A|P*<:  &|4V5|F:    @A2|4S5|.:                 |
|                                                                       |
|   VERBUNDENER NOTENWERT (TONDAUER):  KLARINETTE, TAKT 2               |
|   2+KL1  TRA:$AT:  ........ F5|A*V.*V.*A|:  E5|A|.:                  |
|                                                                       |
|   EINSATZPUNKT:            FLOETE, TAKT 6,  KLEINE TROMMEL(KT) T.3    |
|                            (IN VERBINDUNG MIT EINSATZANGABE,          |
|                             -KONTROLLE, ODER BT-ANWEISUNG)            |
|   5 FL1  =|S/S/S|.*_:   =|?6A4?V|TROH*>*B3:   #E5/#F5|N:              |
|   1 KTR  KT:   M|K|F: =|=: M|A|.:   P|BT3(A5)23:  M|V5|MF*A:           |
|                                                                       |
| 2. VORSCHLAG:                                                         |
|   KURZER  VORSCHLAG:       KLARINETTE, TAKT 4                         |
|   4 KL1  P|?4?A:   D4|K|P*B2:   @E4|A|<*<7:   .......                 |
|                                                                       |
|   LANGER  VORSCHLAG:       HORN, TAKT 4                               |
|   4 HO   #G4|V|B3:  A4/E5|=:   C5|LVA(V)|B2:   B4|LHH*A:              |
|                                (REALE DAUER:  1 ACHTEL)               |
|                                                                       |
|   NACHSCHLAG:              FLOETE, TAKT 6, S.O.                       |
|                                                                       |
| 3. LANGE PAUSE, ORGELPUNKT:  PAUKE(PK), KLEINE TROMMEL                |
|   1 PK   PK:    D2||5|BT7|TR*P:                                       |
|   1 KTR  KT:   M|K|F: =|=: M|A|.:   P|BT3(A5)23:  M|V5|MF*A:           |
|                                                                       |
| 4. WIEDERHOLUNG:           KLAVIER, 4.STIMME                          |
|   1 KV14 KV14:  @A3C3||2|V.|P: P=: #F3D3=: P=: D3G2=:                  |
|                                                                       |
| 5. TONWIEDERHOLUNG:        HORN, TAKT 2                               |
|   2 HO   #C5|2A3|P:  =|=:  =:   /*2.GRUPPE:*/: #A4|2A.3/4S6/2A3:      |
|   2+HO   /*3.GRUPPE:*/: A4|=:   /*4.GRUPPE:*/:  A4|2A.3/4S6/2A3*V:    |
|                                                                       |
| 6. HAEUFIGE WIEDERHOLUNG:   TAMBOURIN (TA), TAKT 5                    |
|   1 TA   TA:   M||2|<2A.3/4S6/2A3>4|PP:  M||5|S|MF*DIM:  =|<S>23:     |
|                                                                       |
|    WIEDERHOLUNG RHYTHMUS:  TAMBOURIN, TAKT 2  (S.O.)                  |
|                                                                       |
| 7. EINSATZ-ANGABE:         TAMBOURIN, TAKT 2,   KONTRABASS, TAKT 2    |
|   EINSATZ-KONTROLLE:       FLOETE, TAKT 4, TAKT 6                     |
|                                                                       |
| 8. HINWEISE FUER BESONDERE VERFAHREN:                                 |
|   TAKTUEBERLAGERUNG:       KLAVIER, TAKT 1 UND 4                      |
|   TAKTFREIER ABSCHNITT: KLARINETTE, TAKT 1 - 2                        |
+-----------------------------------------------------------------------+
```

4.543.1 Tondauern

Es gilt der Eingabecode bezüglich der verbundenen Zeichengruppe Tondauer. Im Abschnitt muß wenigstens ein Zeichen stehen, das einen Notenwert signalisiert. Anbindungen werden als eine einzige Tondauer verstanden. Bei zu langen Anbindungen oder Pausen ist die Eingabe mit der BT-Anweisung (vgl. 4.543.3) vorzuziehen.

4.543.2 Vorschlag - Nachschlag

Kurze Vor- bzw. Nachschläge entnehmen ihren Zeitwert der folgenden bzw. vorausgehenden Note, die in unverminderter Länge notiert ist. Auch hier zeigt sich wieder einmal die Genauigkeit der Notation: der Vor- oder Nachschlag wird nicht als selbständiges musikalisches Ereignis wahrgenommen, sondern als Verzierung der Hauptnote, und darum erscheint er im Schriftbild als zum Umfeld der Hauptnote gehörend. In EDM wird dieser Vorgang nachzuvollziehen gesucht: die Hauptnote nach dem Vorschlag erhält das Attribut einer verzierten, d.h. hervorgehobenen Note. Der Zeitwert des Vorschlags wird, objektiv falsch, aber in der Bewertung der Eigenschaft eines Vorschlags richtig, mit Null angesetzt, der eines Nachschlags gleichfalls. Die Qualität des Tons als Vor- bzw. Nachschlag wird unter den Attributen des Tons verzeichnet. Das alles vollzieht das Programm L1 automatisch, wenn als Notenwert das Sigel 'K' oder 'N' auftaucht.

Den Zeitwert eines langen Vorschlags darf man dagegen nicht einfach überschlagen. Auch hier wird die Hauptnote in voller Länge notiert, jedoch vermindert die Dauer des Vorschlags hörbar die wirkliche Dauer des Haupttons. Die genaue Zeitdauer langer Vorschläge ist zwar unter Zuhilfenahme vieler Regeln ziemlich genau aus dem Notenbild von Vorschlags- und Hauptnote abzuleiten, für eine automatische Berechnung sind aber die Vorschriften nicht exakt genug. Darum muß die reale Länge der Vorschlagstöne explizit eingegeben werden. 'L' als erstes Schlüsselzeichen weist auf die außerordentliche Tondauerberechnung hin, 'V' oder 'H' markieren als zweites Zeichen den folgenden Notenwert als Vorschlags- oder Hauptnote. Der Vorschlagsnotenwert ist in der wirklichen Zeitdauer anzugeben; der geschriebene Wert darf in Klammern eingeschlossen folgen, er bleibt bei der Einordnung in den Zeitablauf außer Betracht. Eine Serie langer Vorschläge kann in einem Satz (vgl. 4.542.6) eingegeben werden oder getrennt. Das Programm rechnet alle in langen Vorschlägen verbrauchten Zeitdauern zusammen, um die Summe von der geschriebenen Länge der Hauptnote abzuziehen.

4.543.3 Lange Pause - Orgelpunkt

Auch die Eingabe von beispielsweise über 100 Takten Pause ist mit dem einfachen Code möglich, jedoch sehr mühsam und fehleranfällig. Es ist viel übersichtlicher, nach dem Schlüsselwort 'BT' den Endpunkt der Pause bzw. des langen Tons anzugeben, d.h. den Einsatzpunkt des folgenden Tons bzw. der folgenden Pause.

Da durch die BT-Anweisung dem Programm keine bestimmt Länge mitgeteilt wird, geht auch die Kontrollmöglichkeit über die richtige Zeiteinordnung verloren. Dies ist kein Mangel, wenn man von der Einsatz-Kontrolle Gebrauch macht (vgl. 4. 543.7).

4.543.4 Wiederholungszeichen

Das Wiederholungszeichen darf gesetzt werden, wenn sich der Inhalt des Abschnitts NOTEN aus dem vorhergehenden Satz genau wiederholt. Einsatzangaben sowie Hinweise für besondere Verfahren dürfen dabei außer Acht gelassen werden.

4.543.5 Mehrere Noten gleicher Tonhöhe

So wie es möglich ist, verschiedene Tonhöhen gleicher Dauer in einem Satz unterzubringen (vgl. 4.542.6), können auch Töne gleicher Höhe in einem Satz zusammengefaßt werden, sofern die Attribute sich nicht verändern: in NOTEN werden alle Tondauern mit Trennzeichen aufgelistet. Eine Kombination der Zusammenfassung verschiedener Tondauern und Tonhöhen ist möglich, dann wird jeder Tonhöhe die ganze Reihe der Tondauern zugeteilt.

4.543.6 Häufige Tonwiederholungen

Häufige Tonwiederholungen können, gleiche Attribute vorausgesetzt, zwischen die Zeichen '<' und '>' eingeschlossen werden. Ein Wiederholungsfaktor nach dem zweiten Zeichen bewirkt die entsprechende Wiederholung aller eingeschlossenen Tondauern. Innerhalb der Wiederholungsklammern darf jede beliebige Kombination von Tondauern stehen; ausgeschlossen sind nur BT-Anweisungen und das Wiederholungszeichen. Vor die Wiederholung dürfen Einsatzangaben und/oder Verfahrenshinweise treten. Eine zweite Wiederholungsgruppe im gleichen Satz oder weitere Notenwerte sind nicht zu verarbeiten.

4.543.7 Einsatz-Angabe - Einsatz-Kontrolle

Nicht immer kann die lückenlose Eingabe aller Töne eines Parts hintereinander eingehalten werden, besonders dann nicht, wenn man die bequeme Akkordeingabe benutzt. Da das Programm L1 bei jedem Wechsel des Parts, d.h. auch von Stimme zu Stimme des gleichen Instruments, den Zeitablauf und die Einordnung der Töne in den Zeitablauf von vorn beginnen lassen muß und die Töne streng aufeinanderfolgend einordnet, müssen Unregelmäßigkeiten in der Abfolge der Töne dem Programm mitgeteilt werden. Durch das Setzen einer Pause wäre dies nicht möglich, da das Programm keinen Unterschied zwischen Pausen und Tönen kennt und so für die gleiche Zeitdauer zwei verschiedene musikalische Vorgänge, Ton und Pause, vorhanden wären. Man läßt darum die Lücke und teilt im ersten Satz danach dem Programm den Einsatzpunkt, in '!' eingeschlossen, explizit mit. Das Programm rechnet dann von diesem Punkt aus weiter.

Die Einsatz-Kontrolle ist in Form und Funktion ähnlich. Jedoch vergleicht das Programm, bevor es von dem zwischen '?' mitgeteilten Kontrollpunkt aus weiterrechnet, den genannten Punkt mit dem in der Zeiteinordnung tatsächlich erreichten.

Herrschen Unstimmigkeiten, gibt es eine Fehlermeldung heraus und rechnet richtig weiter. Die Einsatz-Kontrolle empfiehlt sich vor jeder Lücke bzw. BT-Anweisung, sonst in einigermaßen überschaubaren, regelmäßigen Abständen.

4.543.8 Hinweise auf besondere Verfahren

Die Tondauern in taktfreien Abschnitten und überlagernden Taktarten werden in der geschriebenen Dauer codiert. Die Umrechnungs-Verhältnisse liegen über die Zeitstruktur-Daten bereits in TKT vor. Da selten alle Stimmen in einen taktfreien Abschnitt einbezogen sind und schon gar nicht in eine überlagernde Taktart, muß der Bezug an der richtigen Stelle deutlich werden. Der Anfang wird gekennzeichnet durch A_FR bzw. A_UE, das Ende durch E_FR bzw. E_UE. Ist der Index der angesprochenen Überlagerung oder Taktfreiheit größer als 1, muß er noch vor dem das Schlüsselwort beendenden Doppelpunkt eingeschoben werden. Der A-Hinweis steht vor der ersten Note, für die er gilt, der E-Hinweis vor der ersten Note, für die die Gültigkeit erlischt.

Die Kopplung beliebig vieler Bezüge UE und FR, sei es Anfang oder Ende, ist möglich. Übrigens ist bereits bei der Eingabe der Zeitstruktur-Daten darauf zu achten, daß die Dauer eines taktfreien Abschnitts innerhalb einer überlagernden Taktart und die darin eingefügten Notenwerte in den Dauern der überlagernden Taktart angegeben werden müssen, der Zeitpunkt des Anfangs jedoch in der Haupttaktart. Die Komplziertheit des Systems liegt nicht am EDV-Programm, sondern an der notenbildlichen Darstellung.

Beim ersten Durchgang durch das Umwandlungsprogramm L1 können Wiederholungen nicht berücksichtigt werden, dies ist erst nachträglich möglich (vgl. 3.212.8 und 5.2.2). Wiederholungszeichen werden im Eingabematerial auch nicht kenntlich gemacht, wohl aber die Verzweigung der Klammer 1: vor die erste Note innerhalb der Klammer wird das Anfangs-Schlüsselwort gestellt, vor die erste Note der Klammer 2 - die Noten der Verzweigung werden hintereinander geschrieben - das Endzeichen.

4.544 Datenabschnitt ATT (Tafel 9D)

Liegen keine Attribute vor, darf der Abschnitt entfallen; auch das zweite Trennzeichen braucht dann nicht gesetzt zu werden. Die Höchstlänge beträgt 36 Zeichen einschl. aller Verbindungszeichen.

4.544.1 Freier Code

Prinzipiell unterliegen Attribute keinem festgelegten Code, sofern es sich nicht um Generalbaß-Bezifferungen oder Stimmführungs- (Struktur-) Hinweise handelt. Der Benutzer legt selbst die ihm logisch erscheinenden Abkürzungen fest. Eventuelle Doppelbelegungen, d.h. die Verwendung mehrerer Abkürzungen für das gleiche Attribut, können noch nachträglich bei der Erstellung der Attribut-Bestimmungskarten (vgl. 4.6) ausgeglichen werden. Durch ein besonderes Programm ATREG hat man die Möglichkeit, alle verwendeten Attribute herausschreiben zu lassen.

Die Höchstlänge jeder Abkürzung liegt bei 10 Zeichen, Man wird jedoch bei überbezeichneten Werken (z.B. der Spätromantik) kürzere Codierungen wählen, um die Höchstlänge des Abschnitts einzuhalten.

In die Codierungen dürfen alle Zeichen außer den Sonderzeichen des Eingabecodes einbezogen werden. Einige weitere Einschränkungen ergeben sich aus dem festgelegten Code für Bogen, Crescendo und Decrescendo sowie dem Generalbaß-Code.

4.544.2 Ergänzte Attribute

Gelegentlich müssen Attribute nachgetragen werden, sei es, daß der Komponist sie vergessen hat, sei es, daß nach einer Eingabe-Lücke (z.B. bei Akkord-Eingabe) die gültigen Attribute neu auzugeben sind. Die ergänzten Attribute sind im Eingabematerial am Präfix Y zu erkennen. In TL.ATTRIBUTE erscheint das ergänzte Attribut wie jedes andere auch, nur in TL.DOKUMENTATION würde das hinzugefügte vom geschriebenen unterschieden.

4.544.3 Konstante und singuläre Attribute

Der freie Code bietet den unschätzbaren Vorteil, beim Schreiben des Eingabematerials alle Attribute recht frei und dadurch schnell übertragen zu können. Eine gedankenlose Übertragung ist jedoch nicht möglich, auch wenn man sich die endgültige Gestaltung des Attributkatalogs für TL bis zum Aufruf des Umwandlungsprogramms L2 aufsparen kann. Man kommt nicht immer umhin, die gefundenen Attribute in Bezug auf ihre Gültigkeit zu ergänzen. Wie an anderer Stelle bereits ausgeführt wurde, bezeichnen manche Attribute (ich nenne sie singulär) nur den Ton, bei dem sie stehen, andere (die konstanten) gelten auch für die folgenden Töne bis zur Ablösung durch ein widersprechendes Attribut oder bis zum Erlöschen durch einen wie auch immer gearteten Widerruf bzw. durch eine länger Pause, in der es "vergessen" wird. Die Länge der Pause, die Attribute löscht, ist im Programm L2 auf nur 2 Takte festgelegt, kann aber über die Eingabe verändert werden. Nicht immer ist das Erlöschen eines Attributs in der Partitur gekennzeichnet, es ergibt sich oft nur aus dem allgemein musikalischen Zusammenhang, einem Faktum, das der Rechenanlage nicht bekannt sein kann; man wird also entsprechende Ergänzungen anbringen müssen. Zur Kennzeichnung erlöschender Attribute schlage ich das Präfix X vor dem Attributnamen vor.

4.544.4 Fest vereinbarter Code

An sich ist der fest vereinbarte Code für Bogen, Crescendo und Decrescendo entbehrlich, denn man kann z.B. den Anfang eines Bogens frei codiert eingeben und das Bogenende ebenfalls. Benutzt man aber den festen Code, spart man eine Angabe. Im Attributteil der ersten Note schreibt man nach dem Codezeichen die Zahl der Töne, für die das Zeichen Bogen etc. gilt; das Programm findet den Endpunkt selbst. Folgesätze werden einzeln gezählt; Pausen gelten als Töne, wenn sie nicht zu lang sind (vgl. 4.544.3).

TAFEL 9D DATENABSCHNITT "ATT" (ZU 4.544)

```
+-----------------------------------------------------------------------+
| 1. FEST VEREINBARTER CODE:                                            |
|   ATTRIBUTE FUER EINE BESTIMMTE ANZAHL VON NOTEN:                     |
|   BOGEN:                    FLOETE, TAKT 1                            |
|   CRESCENDO:                FLOETE, TAKT 1                            |
|   1 FL1  FL1:     F4|S|F*B5*<4:  #F5/A4/@B5|=:     E6|?1V2?A|.:      |
|   DIMINUENDO:               KLARINETTE,TAKT 4                         |
|   4+KL1  D4|K|P*B2:    @E4|A|.*<7:     @D5|=|B2*>:       -B4|=|.:      |
|                           (7 NOTEN, MIT VORSCHLAG)                    |
|                                                                       |
| 2. ERGAENZTES ATTRIBUT:  CELESTA                                      |
|   6 CE1  P|A_UE2:V*V: A4|A_FR:A|YP*FREI*B4:                           |
|                                                                       |
| 3. WIEDERHOLUNG:            GROSSE TROMMEL (GT), TAKT3                |
|   1 GT   GT:     T|:3:V|MF*A*.:    =|=|.*A:  =|A|=:                   |
|                                                                       |
| 4. GENERALBASS:             BASSO CONTINUO (BC), S. TAFEL 9**         |
|                                                                       |
| 5. STIMMFUEHRUNGSHINWEISE:  NICHT ENTHALTEN                           |
+-----------------------------------------------------------------------+
```

4.544.5 Attributwechsel im Ton - Folgesätze

Auf die Zerlegung eines Tons, dessen Attribute während der Klangdauer eine Änderung erfahren, ist bereits an anderer Stelle (3.222.7 und 4.542.4) hingewiesen worden.

4.544.6 Wiederholung

Für die Wiederholung des gesamten Datenabschnitts im folgenden Satz gilt wie für die anderen Datenabschnitte die Vereinbarung des Wiederholungszeichens.

4.544.7 Generalbaß-Bezifferung

Die Generalbaß-Bezeichnungen werden, der häufigsten Schreibweise entsprechend, in der Reihenfolge Ziffer/Vorzeichen geschrieben. Besteht die Bezifferung nur aus einem Zeichen, Zahl oder Vorzeichen oder Ersatzzeichen, wird das gedachte fehlende in L2 automatisch ergänzt; es wird also nur das einzelne Zeichen eingegeben.

Ein Schlüsselwort ist nicht erforderlich. Deshalb aber dürfen frei codierte Attribute nicht mit einer Ziffer oder einem der Sonderzeichen ∂#- beginnen.

Sind die vorgeschriebenen Vorzeichen eingegeben, werden die Ziffern durch die richtigen Vorzeichen ergänzt (vgl. 3.222.8), andernfalls sind ggf. die Vorzeichen der Bezifferung hinzuzufügen.

Das Zeichen # für den Dur- bzw. ∂ für den Moll-Dreiklang muß durch das Vorzeichen ersetzt werden, das in Wirklichkeit vor der Dreiklangsterz steht. Ebenso ist die Schreibweise der durchstrichenen Zahl regulär durch Setzen des Erhöhungszeichens zu korrigieren.

4.545 Datenabschnitt TEXT

Die Eingabe entspricht der beabsichtigten Speicherung in TL. Zur Markierung von Sprechtonhöhen (vgl. 3.11.5) schlage ich das Präfix % vor. Die Kennzeichnung kann auch im Attributteil unter Zuweisung einer Position in TL.ATK erfolgen.

4.546 Sonderfälle - Sätze ohne Aufteilung in Datenabschnitte

4.546.1 Konkordanz

Es wäre Verschwendung von Arbeitszeit, sowohl des Computers als auch des Benutzers, wenn man parallel laufende Stimmen wie in der Partitur voll ausschreiben würde. Der kürzere Weg ist es, den entsprechenden Abschnitt in nur einer Stimme aufzuzeichnen - beliebig, in welcher - und die anderen parallel gehenden auf diese Stimme zu verweisen. Die Konkordanz-Verweisung steht selbstverständlich in der Abfolge der Noten an der richtigen Stelle; durch sie wird der Fluß der Noten und die lückenlose Einordnung für die Dauer der Verweisung unterbrochen und danach weitergeführt. Es dürfen mehrere Verweisungen aufeinander folgen.

Die Konkordanz wird eingeführt durch das Schlüsselzeichen 'WIE'. Es folgt nach einem Blank eine Instrumentenbezeichnung, die tatsächlich in der Datei zu finden sein wird; die Zahl 1 für Stimmnummer und Nummer darf weggelassen werden. Wird die Stimme nicht auf gleicher Tonhöhe, sondern im Oktavabstand zur Leitstimme parallel geführt, folgen auf die Instrumentenbezeichnung: Blank, Schlüsselwort 'OKT', der Oktavabstand in einstelliger Zahl und die Richtung der Parallelführung in einem Zeichen. Die Begrenzung der Konkordanz erfolgt durch die Angabe zweier Zeitpunkte, die durch die vorangestellten Kennbuchstaben 'VT' (von Takt bzw. Einsatzpunkt) und 'BT' (bis Takt bzw. Einsatzpunkt) ihre Bedeutung erhalten. Für den durch 'VT' bezeichneten Anfangspunkt erfolgt automatisch eine Einsatzkontrolle.

Konkordanz-Verweisungen sind natürlich nur dann sinnvoll, wenn die parallel geführten Stimmen in allen offenen und versteckten Attributen völlig gleich sind. Konstante Attribute erlöschen mit der Verweisung; sie müssen ggf. nach der Konkordanz wieder ergänzt werden.

Konkordanz-Verweisungen sind nur eine Arbeitserleichterung. Sie werden im Programm L6 aufgelöst, so daß in TLN wieder ein partitur-ähnlicher Zustand hergestellt ist.

4.546.2 Satz-Wiederholung

Die Wiederholung eines Satzes in seinem gesamten Inhalt, ausgenommen Einsatzangaben und Hinweise auf besondere Verfahren, ist durch '=' zu ersetzen.

4.546.3 Wiederholung des Datenabschnitts NOTEN

Fehlen die Abschnitte ATT und TEXT und ist der Inhalt NOTEN durch '=' anzuzeigen, darf das Trennzeichen '|' fehlen.

TAFEL 9E BESONDERE SAETZE

```
1. KONKORDANZ:                VIOLINE, TAKT 4
   4 VI   WIE FL OKT1T VT4 BT4A10;

2. ABGEKUERZTE WIEDERHOLUNG
   DES ABSCHNITTS NOTEN: KLAVIER 4.STIMME, TAKT 2
   1 KV14 KV14;    P|BT2;   @A3C3|V.|P;  P=;  #F3D3=;  P=; D3G2=; P=;

3. WIEDERHOLUNG EINES SATZES:   HORN, T.2
   2 HO   #C5|2A3|P;  =|=;  =;   /*2.GRUPPE:*/; #A4|2A.3/4S6/2A3;

3. VORZEICHEN:                (NICHT ENTHALTEN)  D-DUR ->  VZ:#F#C;

4. ZAESUR ALS EIGENER SATZ: (NICHT ENTHALTEN)  'Z;'
```

4.546.3 Wiederholungsgruppen - Ostinato

Eingabetechnisch ist die Wiederholung von Tonfolgen allein schon mittels des Duplizierknopfs des Lochkartenstanzers kein Problem. Noch kürzer wird die Eingabe, wenn man die ganze Tonfolge in Klammer setzt, auf die rechte Klammer die Zahl der Wiederholungen folgen läßt und den Gesamtkomplex nach einmal mit einem Semikolon abschließt. Das Programm LØ setzt gewisse Grenzen: die Zahl der Sätze in der wiederholten Tonfolge darf 16 nicht übersteigen, und die ganze Wiederholungsgruppe soll auf höchstens 5 Lochkarten verteilt sein.

Einsatz-Angeben oder -Kontrollen dürfen auch innerhalb von Wiederholungsgruppen geschrieben werden. Sie gelten nur für den ersten Durchlauf. Vorsicht ist geboten bei der Verwendung von Wiederholungszeichen im ersten Satz der Folge; vom zweiten Durchgang an kopieren sie den Inhalt des letzten Satzes der Gruppe.

4.546.5 Vorzeichen

Auf des Schlüsselwort 'VZ:' folgen lückenlos alle Töne mit den ihnen zugewiesenen Vorzeichen; ∂ und # können gemischt werden. Das Vorzeichen steht vor seinem Tonnamen.

4.546.6 Kommentare

Zur eigenen Erinnerung darf der Benutzer in das Eingabematerial der Notations-Daten Kommentare einstreuen, die im Umwandlungsprogramm überschlagen werden. Für Kommentare gilt auch das Format der Sätze, ihre Kennzeichnung ist die aus PL/I bekannte Zeichenverbindung '/*'.

4.6 Attribut-Bestimmungskarten (Tafel 10 A/B)

4.61 Attributkatalog TL.ATK (vgl. Struktur TL, 3.222.7)

113 Positionen enthält der Attributkatalog. (Wem dies nicht reichen sollte, kann beliebig viele hinzufügen, jedoch sind alle Strukturen dadurch änderungsbedürftig.)

Zur besseren Verdeutlichung des Systems gehe ich von dem Vorschlag für den Attributkatalog aus, den ich selbst benutze, und weise ggf. auf Änderungsmöglichkeiten hin.

Die Positionen 97 - 105 sind für die in festem Code eingegebenen Attribute reserviert (vgl. Tafel 4B). 8 Bits (106 - 113) bleiben für besondere Informationen reserviert, die eventuell während der Analyse-Bearbeitung in die Datei geschrieben werden sollen.

Die verbleibende Kette - die Gestaltung als Kette oder Array ist im Prinzip gleichgültig - unterteile ich in A1 für konstante Attribute und A2 für die singulären (vgl. 4.544.3).

In A1 finden sich folgende Untergruppen: Dynamik (6 Stufen), konstante Akzentuierung (5 Stellen), Intensität (1 Position Normalanzeige, 6 für Abweichungen), Bogen, Crescendo und Diminuendo (je 3 Stellen: Anfang, Mitte, Ende) und Qualität der Stimme (4 Möglichkeiten).

A2 ist folgendermaßen unterteilt: singuläre Akzentuierung (24 Angaben), Verzierung (6), Fermate, Zäsur, Verschiedenes (16).

In meinem Modell (vgl. Tafel 10) sind nicht alle Positionen besetzt.

4.62 Attribut-Interpretation

Eine Sammlung aller Attribute liefert das Hilfsprogramm ATREG. Für alle aufgelisteten Attributnamen, ausgenommen natürlich Generalbaßzeichen und andere festgelegte Codierungen, ist eine Attribut-Bestimmungskarte herzustellen.

Jedes gefundene Attribut ist auf mehrere Punkte hin zu prüfen:

1. Welche Bedeutung hat es für den akuellen Ton,
2. für den folgenden Ton,
3. für alle folgenden Töne?
4. Welche bestehenden Attribute werden widerrufen?
5. Hat das Attribut in der Bearbeitung Priorität vor anderen, wenn sie zusammentreffen? Beispiel: Die Vorschrift arco führt die Intensität wieder in "normal" zurück, nachdem vorher durch pizz die Intensität "hart" gefordert worden war; eine Bezeichnung marcato im gleichen Satz, Intensität "hart", würde falsch überschrieben, wenn marcato nicht nach arco bearbeitet würde.
6. Ist das Attribut später zu widerrufen? (Dies mehr zur Kontrolle des Eingabematerials.)

Hat das Attribut lediglich Bedeutung für den aktuellen Ton, verändert es nur die Kette A2, die nach jedem Satz selbsttätig in den 'O'B-Zustand zurückversetzt wird.

Wirkt das Attribut auch oder nur auf den folgenden Ton ein, wird die Bedeutung für den nächsten Ton in einer zweiten Karte für übertragene Attribute (UB-Karte) niedergelegt.

Konstante Attribute gehören in A1. In der Regel löschen sie andere; welche, muß angezeigt werden.

Hat das Attribut keine Bedeutung für die musikalische Analyse, trägt die Bestimmungskarte keine Angaben außer dem Namen.

4.63 Format - Eintragungen

Jedes Attribut erhält eine eigene Karte. Der Name steht in den Spalten 50 bis 59.

In die ersten 48 Spalten werden die Attribut-Veränderungs-Anweisungen eingetragen. Jede Spalte bezieht sich auf die Position gleicher Nummer in A1 oder A2. Der Index 2 für den Bezug zu A2 steht in Spalte 49; der Index 1 darf fehlen.

Enthält ein Attribut sowohl konstante als auch singuläre Anteile, ist die Gesamtinformation auf zwei Karten zu verteilen.

Jedes Attribut im Attributkatalog kann positiv verändert werden ('1'), erlöschen ('Ø') oder bleiben, wie es ist (blank). Andere Zeichen führen zu Fehlern.

Attribute, die vorrangig bearbeitet werden müssen, sind in Spalte 61 durch 'P' (Priorität) auszuweisen.

Übertragene Bedeutungen, die erst für den nächsten Ton gelten, werden im gleichen Format auf einer zweiten bzw. dritten Karte niedergeschrieben. Diese Karte wird nur dann richtig als UB-Karte gelesen, wenn die vorausgehende in Spalte 60 einen Vermerk ('*' oder 'U') trägt.

Die letzte Karte bleibt leer.

Vor den eigentlichen Attribut-Bestimmungskarten können weitere Mitteilungen an das Programm L2 erfolgen. Sollen im Normalfall irgendwelche Bits der Kette ATK den Zustand '1'B haben - implizit ist das 16. Bit "an", alle anderen "aus" - zeigt man die Positionen in einer Karte des Attributnamens 'NB' genau wie auf einer normalen Karte an. ('NB' darf als Attributabkürzung später ggf. noch einmal Verwendung finden.) Will man die Länge der Pause, die konstante Attribute löscht, verändern (implizit 2 Takte), kann die gewünschte Taktzahl eingegeben werden: Zahl am Anfang, Name 'UP'. Besondere Veränderungen durch Attribute festen Codes können ebenfalls explizit festgelegt werden (Schlüsselname 'XX').

Nicht zu den Attributen gehört eine weitere Anzeige: Soll der Text nicht in das Generalbaßfeld, sondern das Array STF eingetragen werden, gibt man eine Karte mit dem Namen 'TEXT' (Sp.50) ein.

Die eigentlichen Attributkarten können in beliebiger Reihenfolge liegen, nur UB-Karten sind genau einzuordnen. Das Programm L2 ist geringfügig zu beschleunigen, wenn die Attribute in der Folge der Häufigkeit - die zahlreichsten zuerst - eingelesen werden.

TAFEL 10 A T T R I B U T - B E S T I M M U N G

TAFEL 10A A T T R I B U T - K A T A L O G
(VORSCHLAG, FELDLAENGEN IMPLIZIT)

```
VORBEMERKUNG:        TL.ATTRIBUTE
  1 TL,                        ODER:        1 TL,
    2 ........                                2 ........
    2 ATTRIBUTE,                              2 ATTRIBUTE,
      3 ......                                  3 ......
      3 ATK,                                    3 ATK(128) BIT(1);
        4 A1(48)  BIT(1),     /* KONSTANTE ATTRIBUTE */
        4 A2(48)  BIT(1),     /* SINGULAERE ATTRIBUTE */
        4 FC( 9)  BIT(1),     /* FESTGELEGTER CODE */
        4 FV( 8)  BIT(1),     /* FREIE VERFUEGUNG, NICHT UEBER
                                 ATTRIBUT-EINGABE ERREICHBAR */
      3 BT(12)    BIT(1),
      3 (VB,FO,AN) BIT(1);

EINRICHTUNG DES FELDES ATK:
   NICHT AUFGEFUEHRTE POSITIONEN SIND UNBESETZT
                              ATK-NR.:
1. KONSTANTE ATTRIBUTE:                  A1-NR.:
      DYNAMIK:                 1, 2, 3    1, 2, 3     PP, P, MP
                               4, 5, 6    4, 5, 6     MF, F, FF
      AKZENTUIERUNG:          11,12      11,12        STACC., MARC.
      INTENSITAET:            16         16           NORM
                              17,18      17,18        STARK, SCHWACH
                              19,20      19,20        HART,  WEICH
      BOGEN (BOG 1):          27,28,29   27,28,29     ANF.,MITTE,ENDE
      CRESCENDO (CR 1):       30,31,32   30,31,32     ANF.,MITTE,ENDE
      DECRES. (DECR 1):       33,34,35   33,34,35     ANF.,MITTE,ENDE
      QUALITAET:              36,37      36,37        HAUPT-, NEBENST.
                              40         40           BASS-STIMME

2. SINGULAERE ATTRIBUTE:                 A2-NR.:
      AKZENTUIERUNG:          49,50       1, 2        FP, SFZ
                              51,52       3, 4        AKZENT, KEIL
                              53,54       5, 6        TENUTO, STACC.
                              55,56       7, 8        VERZIERTE NOTE
                                                      (VERZ. KURZ,LANG)
                              57          9           CRESC.(1 NOTE)
                              58         10           AN- UND AB-
                                                         SCHWELLEND
                              59         11           DIM.  (1 NOTE)
      VERZIERUNGSNOTE:        73,74      25,26        VOR-, NACHSCHLAG
      FERMATE:                79         31
      ZAESUR (FOLGEND):       80         32

3. FESTER CODE: (IMPLIZIT)               FC-NR.:
      BOGEN (BOG 2):          97,98,99    1, 2, 3     ANF.,MITTE,ENDE
      CRESCENDO (CR 2):       100-102     4, 5, 6     ANF.,MITTE,ENDE
      DECRES. (DECR 2):       103-105     7, 8, 9     ANF.,MITTE,ENDE
```

TAFEL 10B B E S T I M M U N G S - K A R T E N

```
+-----------------------------------------------------------------------+
| 1. VORWEG-EINGABE, VERAENDERUNG DER IMPLIZITEN GROESSEN:              |
|                                                                       |
|                                                  SCHL.-WORT SP.50     |
|                                                                       |
|   A. SPEICHERUNG DES TEXTES:                                          |
|      IMPLIZIT:          SPEICHERUNG IN GBT (GENERALBASS)             |
|      AENDERUNG:         SPEICHERUNG IN STF (STIMMFUEHRUNG)           |
|                         (NUR SCHLUEESELWORT:)     'TEXT'             |
|                                                                       |
|   B. LAENGE DER PAUSE, NACH DER KONSTANTE ATTRIBUTE UNGUELTIG        |
|      WERDEN:                                                          |
|      IMPLIZIT:          2 TAKTE                                      |
|      AENDERUNG:                                   'UP'                |
|                         TAKTZAHL IN SP.1-5                           |
|                                                                       |
|   C. LOESCHUNG KONSTANTER ATTRIBUTE DURCH ATTRIBUTE FESTEN CODES:    |
|      IMPLIZIT:          BEI BOGENANFANG STACCATO (7)                 |
|                                   UND MARCATO (8) GELOESCHT          |
|      AENDERUNG:                                   'XX'                |
|                         SP.1-48 NORMALE BESTIMMUNGS-KARTE            |
|                         SP.60: KENNBUCHSTABE (B, < ODER >)           |
|                                                                       |
|   D. '1'B-STELLEN DER KETTE A1 IM NORMALFALL:                        |
|      IMPLIZIT:          16 (INTENSITAET NORMAL)                      |
|      AENDERUNG:                                   'NB'                |
|                         SP.1-48 NORMALE BESTIMMUNGS-KARTE            |
|                                                                       |
+-----------------------------------------------------------------------+
| 2. BESTIMMUNGSKARTEN:                                                 |
|                                                                       |
|      FORMAT, EINGABE:                                                 |
|      SP. 1-48:  ANWEISUNGEN FUER ATK                                  |
|                   '1' -> WAHR,        '0' -> LOESCHEN                |
|                   BLANK -> UNVERAENDERT                               |
|      SP.   49:  INDEX A1 BZW. A2                                      |
|                 BLANK ODER '1' -> A1, '2' -> A2                       |
|      SP.50-59:  ATTRIBUT                                              |
|      SP.60:     * -> UBERTRAGENES ATTRIBUT FOLGT, SONST BLANK         |
|      SP.61:     P -> PRIORITAET,                  SONST BLANK         |
|     (SP.62 F.:  KOMMENTAR)                                            |
|                                                                       |
|      BEISPIELE; VOLLE NAMEN SIND HIER AN FREIEN STELLEN DER KARTE     |
|      HINZUGEFUEGT (IN <....>), ZUR EINGABE SO NICHT ZULAESSIG!        |
|      (KOMMENTARE AB SP.62 MOEGLICH)                                   |
|                                                                       |
| SPALTE:  |10        |20        |30        |40        |50        |60   |
|      1              <STACCATO-PUNKT>                2.          P     |
|         1           <"<" AUF EINEM TON>             2<          P     |
|     <"SCHERE">                 1   00                <<         *     |
|                                01                    *<<              |
|          1          <"<>" AUF 1 TON>                2<>         P     |
|     1               <TENUTO>                        2_          P     |
|           1         <">" AUF 1 TON>                 2>          P     |
|     <"SCHERE">                  001                  >>         *     |
|                                   01                 *>>              |
|                 001       <GESTOPFT>                 +          *     |
|                 1 0                                  *+               |
```

```
|                                                                                |
|          110        120        130        140        150        160          |
|   1                <AKZENT>                          2A          P            |
|     <APPASSIONATO>                                    APPASS      P            |
|                 10000                                 ARCO        P            |
|     <BOGENANFANG>          1                          B          *P           |
|                            01                         *B                       |
|     <CANTABILE>                                       CANT        P            |
|     <CRESC.>                   1   00                 CR         *            |
|                                01                     *CR                      |
|     <CRESC.>                   1   00                 CRESC      *            |
|                                01                     *CRESC                   |
|     <CRESC.MOLTO>              1   00                 CRMO       *            |
|                                01                     *CRMO                    |
|     <CRESC. POCO A POCO>       1   00                 CRPAP      *            |
|                                01                     *CRPAP                   |
|                 001       <CON SORDINO>               CSORD                   |
|                 01010     <DECISO>                    DEC                     |
|     <DECR.>                     001                   DECR       *            |
|                                   01                  *DECR                    |
|     <DIMINUENDO>                001                   DIM        *            |
|                                   01                  *DIM                     |
|     <DIVISI>                                          DIV         P           |
|     <DIM. AL P>                 001                   DIMAP      *            |
|                                   01                  *DIMAP                   |
|                 0  01                                 DOLCE                    |
|                 010                                   ESPR                     |
|                                                                                |
|          110        120        130        140        150        160          |
| 000010                         000000                F           P            |
| 000010                         000000                FF          P            |
| 000010                         000000                FFF         P            |
| 000010       <FF SEMPRE>       000000                FFSE                     |
|                 00101     <FLAGEOLETT>                FLAG                     |
|                 010       <FLATTERZUNGE>              FLATT                    |
|                 001       <FLAUTANDO>                 FLAUT                    |
| 010000                         000000                FFP         P            |
|            11             <2.KARTE FUER A2>          2FFP        P            |
|     <FERMATE>                   1                    2FM         P            |
| 000010       <MOLTO F>         000000                FMO         P            |
| 010000                         000000                FP          P            |
| 1                         <2.KARTE FUER A2>          2FP         P            |
| 000100       <POCO F>          000000                FPO         P            |
|  1                                                   2FZ                      |
|                 00101     <FLAGEOLETT "0">            F0         *            |
|                 10000                                 *F0                      |
|        1                  <GLISSANDO>                2GLISS      P            |
|     <ANFANG HAUPTSTIMME>            1000              HA          P            |
|     <ENDE   HAUPTSTIMME>                              HE         *P            |
|                                     0                 *HE                      |
|    1                <KEIL>                            2K          P            |
|           0               <LEGATO>                    LEG                      |
|                 001       <LONTANO>                   LONT                     |
|        1            <LANGER VORSCHLAG 1)>             2LV        *P           |
|                            1                          2*LV                     |
|            1    01010     <MARCATO>                   MARC                     |
|                 01010     <MARTELLATO>                MART                     |
|                                                                                |
```

```
|                                                                                |
|          110        120        130        140        150        160          |
|                001        <MIT DAEMPFER>                MD                   |
| 000100       <MENO F>        000000                    MENOF       P         |
| 001000       <MENO P>        000000                    MENOP       P         |
| 000100                       000000                    MF          P         |
|           1         <MORENDO>                          2MOR                  |
| 001000                       000000                    MP          P         |
|                10000                                   NORM        P         |
|     <NACHSCHLAG 1)>        1                           2NS         P         |
|                1 0       <OHNE DAEMPFER>               OD          P         |
| 010000                       000000                    P           P         |
|           1         <PERDENDOSI>                       2PERD       P         |
|     <PESANTE>                                           PES         P         |
| 000001       <PIU F>         000000                    PIUF        P         |
|                00110                                   PIZZ                  |
| 100000                       000000                    PP          P         |
| 100000                       000000                    PPP         P         |
| 100000       <PP SEMPRE>     000000                    PPSE        P         |
| 100000                       000000                    PPPP        P         |
| 100000       <PP SUB>        000000                    PPSUB       P         |
|                01010     <RISOLUTO>                    RIS                   |
|                                                                                |
|          110        120        130        140        150        160          |
|  1                                                     2SF         P         |
|  1                                                     2SFFZ       P         |
| 010000                       000000                    SFFZP       P         |
| 11                  <2.KARTE FUER A2>                  2SFFZP      P         |
| 010000                       000000                    SFP         P         |
| 11                  <2.KARTE FUER A2>                  2SFP        P         |
|                1 0       <SENZA SORDINO>               SSORD       P         |
|           1                                            STACCATO    P         |
|        1            <SCHLAGZEUG-TR.>                   2TR         P         |
|                010       <TREMOLO 1)>                  TREM                  |
|        1            <TRILLER OBERER GANZTON>           2TROG       P         |
|        1            <TRILLER OBERER HALBTON>           2TROH       P         |
|                010       <VIBRATO>                     VIBR                  |
|     <KURZER VORSCHL.1)> 1                              2VS        *P         |
|       1                                                2*VS                  |
|     <LETZTER TON UNTER "<<">  01                       X<         *P         |
|                                0                       *X<                   |
|     <LETZTER TON UNTER ">>">      01                   X>         *P         |
|                                    0                  *X>                   |
|     <BOGENENDE>              01                        XB         *P         |
|                               0                        *XB                   |
|                                    01                  XDIM       *P         |
|                                     0                  *XDIM                 |
|                10        <1.NOTE DANACH>               XESPR       P         |
|                10000     <1.NOTE NACH FLAG.>           XFLAG       P         |
|                10                                      XTREM       P         |
|                0  01                                   ZART                  |
|     <LEER-ATTRIBUT>                                                P         |
+--------------------------------------------------------------------------------+
```

1) ATTRIBUT WIRD IM PROGRAMM L1 ERZEUGT

4.7 Zeitabschnitt-Karten

(vgl. Struktur TH/ZK, 3.23, 3.232.1, 3.24) (Tafel 11)

4.71 Wahl der Zeitabschnitte

Die erste Frage lautet: Will man den Harmonieablauf in THA ganz besitzen oder nur ausschnittweise, z.B. zu betonten Taktteilen? Die zweite: Welche Länge sollen bzw. dürfen die Zeitabschnitte erhalten?

4.71.1 Länge

Kurzerhand den kleinsten Notenwert zu wählen, ist nicht immer opportun. Es ist zu bedenken, daß ein Satz TH die Länge von 52 • GTZ + 36 Bytes besitzt, für eine nicht zu große Partitur von 25 Stimmen immerhin über 1000 Bytes. Ein zu kleiner Zeitabschnitt kreiert eine Datei von gewaltigen Dimensionen.

Obwohl innerhalb eines Zeitabschnitts keine Veränderungen in der Harmonie stattfinden sollten, kann man vielleicht einige Unebenheiten übersehen. Fallen zwei Töne einer Stimme in einen Zeitabschnitt, wird nur der erste für TH angenommen. (Dies trifft jedoch nicht für Vor- und Nachschläge der Tondauer Null (vgl. 4.543.2) zu; sie werden bei der Erstellung der Datei THA ausgeschieden.)

Die Länge der Zeitabschnitte ist zu jedem Zeitpunkt zu verändern. Allzu häufiger Wechsel erschwert jedoch die Analysen.

4.71.2 Ausschnitte

Es ist zu wählen zwischen einer rhythmischen Auswahl und dem Überspringen ganzer Abschnitte.

Die rhythmische Auswahl ist definiert durch eine Rhythmuszahl und bis zu 8 Auswahlzahlen. Die Auswahlzahlen 1, 4 und 7 bewirken z.B. in Verbindung mit der Rhythmuszahl 9, daß von 9 aufeinanderfolgenden Zeitabschnitten nur der 1., 4. und 7. in die Datei ZTA (Zeitabschnitte) Aufnahme finden. Die Datei THA bzw. ZKG wird dann im gleichen Rhythmus aufgebaut.

Ein Aussetzen der Zeitabschnittbildung kann durch den Ersatznotenwert 'N' statt einer normalen Tondauer bewirkt werden. Die Berechnung der Abschnitte setzt mit der nächsten Karte wieder ein.

4.72 Format - Eintragungen

Das Format ist an das der Zeitstruktur-Datenkarten angelehnt. Die erste Spalte kann frei bleiben, jede Karte enthält die gleiche Art von Information. (Zur besseren Unterscheidung im Lochkartenarchiv setze ich ein Z ein.) In den Spalten 2 - 9 steht der Zeitpunkt, zu dem die Zeitabschnittbildung einsetzen soll.

Die Länge des Abschnitts, als Notenwert codiert, ggf. auch 'N', wird ab Spalte 10 eingetragen.

Neben den obligaten Angaben des Zeitpunkts und der Abschnittlänge finden in den Spalten 15 - 19 die Rhythmuszahl und ab Spalte 20 die Auswahlzahlen Platz; die Auswahlzahlen sind durch Komma zu trennen, aber nicht durch Komma oder ein anderes Zeichen abzuschließen.

Die erste Karte trägt ab Spalte 36 den Werktitel.

Eine Endkarte ist nicht erforderlich, da der Endpunkt bereits in der Datei TKT vorliegt.

TAFEL 11 Z E I T A B S C H N I T T - K A R T E N

ABKUERZUNGEN:
SP = SPALTE
BD = BEDEUTUNG
CD = CODE-ART:
K = KENNBUCHSTABE
Z = POS. GANZE ZAHL > 0
NW = NOTENWERT (ZEICHENGRUPPE)
EP = EINSATZPUNKT (Z.-GRUPPE)
OB = OBLIGATE EINTRAGUNG, WENN *
GT = BEGINN DER GUELTIGKEIT
AW-RH = AUSWAHL-RHYTHMUS
AW-ZL = AUSWAHL-ZAHLEN

FORMAT:

SP	1	2 - 9	10 - 14	15 - 19	20 - 40	FF.
BD		GT	LAENGE	AW-RH	AW-ZL	-----
CD		EP	NW	Z	Z	
OB		*	*			

BEISPIELE:

1.: ALLE SECHZEHNTEL AB TAKT 1

Z	1	Z			

2.: JEDES 1.ACHTEL AUS ACHTELTRIOLEN ZUM ZAEHLZEITBEGINN:

Z	25	2A3	3	1	

2.: IN EINEM 3/4-TAKT DAS ERSTE ACHTEL DES 1. BZW. 3.VIERTELS (-> 1. UND 5.ACHTEL JEDES TAKTES):

Z	112	A	6	1,5	

4.: KEINE ABSCHNITTE:

Z	120	N			

TAFEL 12 U M W A N D L U N G S P R O G R A M M

SYSTEMATISCHE UEBERSICHT

EINGABE SYSIN	DATEI	PROGRAMM	AUSGABE DATEI	SYSPRINT	ARBEITSERGEBNIS
ZEIT-STRUKTUR-DATEN	---	TAKT	TKT	INF. 1)	ZEITABLAUF DES GANZEN WERKS
NOTEN-DATEN	---	L0	TL0	INF.	FORMATIERUNG DER EINGABESAETZE
---	TL0, TKT	L1	TL1	GGF. FEHLER-MELDUNGEN	EINORDUNG DER TOENE IN ZEIT-ABLAUF
ATTRIBUT-INTER-PRETATIONEN	TL1	L2	TL2	GGF. FEHLER	ATTRIBUTKATALOG
---	TL2	L3	TL3	INF.	TONHOEHEN
---	TL3	SORT	TL3		SORTIERUNG
---	TL3	L4	TL4	---	AUFFUELLUNG DER LUECKEN DURCH PAUSEN
---	TL4	L5	TL5	---	BETONUNG
---	TL5	L6	TL6	INF.	AUFLOESUNG DER KONKORDANZEN
---	TL6	L7	TLN	INF.	NUMERIERUNG
ZEIT-ABSCHNITT-KARTEN	TKT	H0	ZTA	INF.	ZEITABSCHNITTE
---	ZTA, TLN	H1	TLZ, ZTA (ERG.)	GTZ 2)	TOENE AUS TLN IN ABSCHNITTEN
---	TLZ	SORT	TLZ		SORTIERUNG
GTZ 2)	TLZ, ZTA	H2	THA	---	HARMONIEDATEI
GTZ	THA	H3	ZKG	---	ZUSAMMENKLANG INTERPRETIERT

1) INFORMATIONEN 2) GROESSTE ZAHL GLEICHZEITIG KLINGENDER TOENE

5 UMWANDLUNGSPROGRAMM

5.1 Überblick (Tafel 12)

Die Aufteilung der internen Abbildung auf die Ebenen der Zeitstruktur sowie der linearen und vertikalen Bezüge bestimmt die Folge der Programme.

Das Programm TAKT vertritt die erste Gruppe allein, es erzeugt aus den Zeitstruktur-Daten die Datei TKT.

Die Programme der L-Gruppe bauen in insgesamt acht Arbeitsschritten (LØ - L7) aus den Notationsdaten den linearen Verlauf in der Datei TLN auf. Die Datei TKT muß dafür bereits fertig zur Verfügung stehen.

Die Harmoniedateien THA und ZKG werden in den H-Programmen aus den schon bestehenden Dateien TLN und TKT gewonnen.

Die Reihe der Umwandlungsprogramme wird durch zwei weitere Programmserien ergänzt. Die Kontrollprogramme erleichtern den Arbeitsablauf des Gesamt-Umwandlungsprogramms und ermöglichen die Kontrolle des Datenmaterials auf jedem Bearbeitungsniveau. Die Analyse-Hilfsprogramme sind dem Benutzer der Methode EDM sicher eine Hilfe bei der Abfassung der eigenen Analyse-Programme.

5.2 Arbeit mit dem Umwandlungsprogramm: Aufrufe - Ergebnisse (Tafel 13 A/F)

Da die reine Druckausgabe aller Programme - ohne Compiler-Kommentare - zusammen den Umfang von 60 Seiten überschreitet (ohne Kontroll- und Hilfsprogramme), sehe ich von der Veröffentlichung ab. Selbst die Darstellung der Programmabläufe in Flußdiagrammen würde über 40 Seiten beanspruchen und entfällt deshalb.

Viel interessanter ist für den Benutzer die praktische Seite: Wie sind die Programme zu verwenden? Welche Zwischenergebnisse muß jedes Programm bringen?

Alles Wissenswerte ist auf den Tafeln 13 A/F zusammengestellt und bedarf nur weniger Erläuterungen. Die Programme sind zu sinnvollen Steps geordnet.

Alle Programme sind so eingerichtet, daß beim Auftreten von Codierungsfehlern die Bearbeitung weiterlaufen kann. Eine Fehlermeldung weist auf die Quelle der Unstimmigkeit hin.

Jedes Programm benötigt für die begleitende Druckausgabe den Titel des Werks. Für TAKT, LØ und HØ ist er im Eingabematerial enthalten (vgl. 4.43.6, 4.52 und 4.72). Für L2 steht er auf einer Karte vor den Attribut-Bestimmungskarten.

Die Druckausgabe gibt Auskunft über den korrekten Ablauf der Bearbeitung und enthält einige Informationen, meist statistischer Art, für den Benutzer.

5.21 Step 1 - Programm TAKT (Tafel 13A)

Als Zusatzinformation erhält man die Gesamtdauer des Werks, relativ und absolut gerechnet.

TAFEL 13 A/F

S T E P S DES U M W A N D L U N G S P R O G R A M M S

EINGABE/AUSGABE, DATEIEN - AUFRUF

%) ANGABEN ZU DEN DATEIEN: NAME, GEBRAUCH, DISPOSITION, ENVIRONMENT(SATZ, BLOCKLAENGE)
*) ENVIRONMENT IM PROGRAMM DEKLARIERT

TAFEL 13A STEP 1: PROGRAMM "TAKT"

```
+-----------------------------------------------------------------------+
| T A K T                                                               |
|    EINGABE:  SYSIN:      ZEITSTRUKTUR-DATENKARTEN                     |
|    AUSGABE:  DATEI:      TKT (TK)                                     |
|              SYSPRINT:   EINGABEKARTEN (KOPIE)                        |
|    DATEIEN:   % TKT      OUTPUT,UPDATE      NEW,PASS    280, 2800 *   |
|                 SYSIN                                                 |
|                                                                       |
| AUFRUF:                                                               |
|     //TAKT    EXEC PLOE                                               |
|     //SYSLIN  DD  DSN=TAKT,UNIT=......                                |
|     //EXECUTE.TKT  DD  DSN=&&TKT,UNIT=WORK,DISP=(NEW,PASS),           |
|     //  SPACE=(TRK,(..,..))                                           |
|     //EXECUTE.SYSIN  DD  *                                            |
|              < ZEITSTRUKTUR-DATENKARTEN >                             |
+-----------------------------------------------------------------------+
```

TAFEL 13B STEP 2: PROGRAMME "L0" - "L1"

```
+-----------------------------------------------------------------------+
| 1.  L 0   (FORMAT)                                                    |
|    EINGABE:  SYSIN:      NOTATIONS-DATENKARTEN                        |
|    AUSGABE:  DATEI:      TL0 (T0)                                     |
|              SYSPRINT:   ALLG.INFORMATIONEN                           |
|    DATEI:       TL0      OUTPUT             NEW,PASS    128, 3456 *   |
|                 SYSIN                                                 |
|                                                                       |
|       STRUKTUR T0:       (LAENGE: 128 BYTES)                          |
|       1 T0,                                                           |
|         2 ORDNUNGSZAHLEN,                                             |
|           3 SZ            BIN FIXED(31),      /* SATZZAHL, INCR. 100*/|
|           3 IZ            BIN FIXED(31),      /* INSTR.-ZAHL        */|
|         2 TON             CHAR(24),           /* TONHOEHEN          */|
|         2 ANGABEN,                                                    |
|           3 AT            BIN FIXED(15),      /* EINS.-ANGABE,  TAKT*/|
|           3 KT            BIN FIXED(15),      /* EINS.-KONTR.,  TAKT*/|
|           3 AE            BIN FIXED(31),      /* EINS.-ANGABE, E.-P.*/|
|           3 KE            BIN FIXED(31),      /* EINS.-KONTR., E.-P.*/|
|         2 NOTEN           CHAR(32),           /* NOTENWERTE         */|
|         2 TRANS           CHAR(4),            /* TRANSPOSITION      */|
|         2 INSTRUMENT      CHAR(4),                                    |
|         2 ATT             CHAR(36),           /* ATTRIBUTE          */|
|         2 TEXT            CHAR(8);                                    |
```

```
2.  L 1   (EINORDNUNG IN ZEITABLAUF)
   EINGABE:  DATEIEN:    TL0 (T0), TKT (TK)
   AUSGABE:  DATEI:      TL1 (T1)
             SYSPRINT:   CODIERUNGSFEHLER IN NOTENWERTEN
   DATEIEN:     TL1      OUTPUT            NEW,PASS     156, 3432 *
                TL0      INPUT             OLD,DELETE   128, 3456 *
                TKT      INPUT             OLD,PASS     280, 2800 *
                SYSIN

      STRUKTUR T1:       (LAENGE: 156 BYTES)
      1 T1,
        2 ORDNUNGSZAHLEN LIKE T0.ORDNUNGSZAHLEN,
        2 TON             CHAR(24),          /* TONHOEHEN            */
        2 TONDAUER        LIKE TL.TONDAUER,  /* VGL STRUKTUR TL      */
        2 TONDAUER_UE     LIKE TL.TONDAUER_UE,
        2 TONDAUER_FR     LIKE TL.TONDAUER_FR,
        2 TRANS           CHAR(4),           /* TRANSPOSITION        */
        2 INSTRUMENT      CHAR(4),
        2 TEXT            CHAR(8),
        2 ATT             CHAR(36),          /* ATTRIBUTE            */
        2 BETONUNG,
          3 BET(12)       BIT(1),            /* VGL. TL.BET          */
          3 DMY(20)       BIT(1)             /* -------              */

AUFRUF:

    //L0       EXEC PLOE
    //SYSLIN   DD  DSN=L0,UNIT=.....
    //EXECUTE.TL0  DD  DSN=&&TL0,UNIT=WORK,DISP=(NEW,PASS),
    //  SPACE=(TRK,(..,..))
    //EXECUTE.SYSIN  DD  *
            < NOTATIONS-DATENKARTEN >

    //L1       EXEC PLOE
    //SYSLIN   DD  DSN=L1,UNIT=.....
    //EXECUTE.TL1  DD  DSN=&&TL1,UNIT=WORK,DISP=(NEW,PASS),
    //  SPACE=(TRK,(..,..))
    //EXECUTE.TL0  DD  DSN=&&TL0,UNIT=WORK,DISP=(OLD,DELETE)
    //EXECUTE.TKT  DD  DSN=&&TKT,UNIT=WORK,DISP=(OLD,PASS)
    //EXECUTE.SYSIN  DD  *
            < TITEL >
```

5.22 Step 2 - Programme LØ und L1 (Tafel 13B)

Vorher sollte man das Datenmaterial durch das Programm PRF (vgl. 5.31) auf Syntaxfehler in der Codierung überprüfen.

Im Programm L1 werden unrichtige Angaben bezüglich der Tondauern entdeckt, vorausgesetzt, die Kontrollhinweise (vgl. 4.543.7) wurden richtig und vollständig eingefügt. Bei Aufdeckung eines Fehlers wird der errechnete - falsche - Einsatzpunkt aufgrund der Kontrollangaben korrigiert, so daß in einem einzigen Durchlauf alle Unstimmigkeiten dieser Art erkannt werden können.

TAFEL 13C STEP 3: PROGRAMME "L2" - "L3"

```
+-----------------------------------------------------------------------+
| 1.  L 2   (ATTRIBUTE)                                                 |
|    EINGABE:  DATEI:      TL1 (T1)                                     |
|              SYSIN:      ATTRIBUT-BESTIMMUNGSKARTEN                   |
|    AUSGABE:  DATEI:      TL2 (T2)                                     |
|              SYSPRINT:   GGF. NICHT IDENTIFIZIERBARE ATTRIBUTE        |
|    DATEIEN:     TL2      OUTPUT            NEW,PASS    140, 3480 *    |
|                 TL1      INPUT             OLD,DELETE  156, 3432 *    |
|                 SYSIN                                                 |
|                                                                       |
|       STRUKTUR T2:       (LAENGE: 140 BYTES)                          |
|       1 T2,                                                           |
|         2 ORDNUNGSZAHLEN LIKE T0.ORDNUNGSZAHLEN,                      |
|         2 TON             CHAR(24),            /* TONHOEHEN          */|
|         2 TONDAUER        LIKE TL.TONDAUER,    /* VGL STRUKTUR TL    */|
|         2 TONDAUER_UE     LIKE TL.TONDAUER_UE,                        |
|         2 TONDAUER_FR     LIKE TL.TONDAUER_FR,                        |
|         2 TRANS           CHAR(4),             /* TRANSPOSITION      */|
|         2 INSTRUMENT      CHAR(4),                                    |
|         2 ATTRIBUTE       LIKE TL.ATTRIBUTE;                          |
|                                                                       |
| 2.  L 3   (TONHOEHEN)                                                 |
|    EINGABE:  DATEI:      TL2 (T2)                                     |
|    AUSGABE:  DATEI:      TL3 (T3)                                     |
|              SYSPRINT:   MELDUNG UEBER AKKORD-EINGABE,                |
|    DATEIEN:     TL3      OUTPUT            NEW,PASS    132, 3432 *    |
|                 ( = &&TLD)                                            |
|                 TL2      INPUT             OLD,DELETE  140, 3480 *    |
|                 SYSIN                                                 |
|                                                                       |
|       STRUKTUR T3:       (LAENGE: 132 BYTES)                          |
|       1 T3,                                                           |
|         2 ORDNUNGSZAHLEN LIKE T0.ORDNUNGSZAHLEN,                      |
|         2 KONK            CHAR(4),             /* KONKORDANZ-INSTR.  */|
|         2 TL_V            LIKE TL;             /* GANZE STRUKTUR TL  */|
|                                                                       |
|                                                                       |
| AUFRUF:                                                               |
|                                                                       |
|     //L2       EXEC PLOE                                              |
|     //SYSLIN   DD  DSN=L3,UNIT=.....                                 |
|     //EXECUTE.TL2  DD  DSN=&&TL2,UNIT=WORK,DISP=(NEW,PASS),          |
|     //  SPACE=(TRK,(..,..))                                           |
|     //EXECUTE.TL1  DD  DSN=&&TL1,UNIT=WORK,DISP=(OLD,DELETE)          |
|     //EXECUTE.SYSIN  DD  *                                            |
|            < ATTRIBUT-BESTIMMUNGSKARTEN (1.KARTE: TITEL) >            |
|     //L3       EXEC PLOE                                              |
|     //SYSLIN   DD  DSN=L3,UNIT=.....                                 |
|     //EXECUTE.TL3  DD  DSN=&&TLD,UNIT=WORK,DISP=(NEW,PASS),          |
|     //  SPACE=(TRK,(..,..))                                           |
|     //EXECUTE.TL2  DD  DSN=&&TL2,UNIT=WORK,DISP=(OLD,DELETE)          |
|     //EXECUTE.SYSIN  DD  *                                            |
|            < TITEL >                                                  |
+-----------------------------------------------------------------------+
```

5.23 Step 3 - Programme L2 und L3 (Tafel 13C)

Es empfiehlt sich die Verwendung des Kontrollprogramms AT-REG (vgl. 5.32) vor L2 und der Zusammenstellung der Attribut-Bestimmungskarten.

Am Ende des Programms L3 erscheint ein Hinweise, ob von der Akkord-Eingabe (vgl. 4.542.2) Gebrauch gemacht wurde und dadurch ggf. das Sortierprogramm in Step 4 nötig wird.

5.24 Step 4 - Programme L4, L5, L6 und L7 (Tafel 13D)

Zum Sortieren der Datei TL3 verwendet man ein allgemein zugängliches Programm, das wohl von jedem Rechenzentrum zur Verfügung gestellt wird. Die Ordnung erfolgt nach IZ (Instrumentennummer), I_UN (Unter- oder Stimmnummer, als Character eingespeichert), PA (addierter Einsatzpunkt) sowie SZ (Satzzahl). (Vgl. Struktur T3, Tafel 13C)

TAFEL 13D STEP 4: PROGRAMME "L4" - "L7"

```
+-----------------------------------------------------------------------------+
| 1. SORTIERPROGRAMM (SORT O.AE.)                                             |
|                    (NUR NOTWENDIG, WENN AKKORD-EINGABE)                     |
|    SORTIN:       TLD                          OLD,DELETE  132, 3432 *      |
|    SORTOUT:      TL3                          NEW,PASS    132, 3432 *      |
|    SORT FIELDS=(5,4,BI,A,100,1,CH,A,37,4,BI,A,1,4,BI,A)                     |
|                  IZ,       I_UN,       PA,        SZ                       |
|                                                                             |
| 2.  L 4   (ERGAENZUNG DER LUECKEN DURCH PAUSEN)                             |
|    EINGABE:  DATEI:      TL3 (T3)                                           |
|    AUSGABE:  DATEI:      TL4 (T3)                                           |
|    DATEIEN:      TL4     OUTPUT                NEW,PASS    132, 3432 *      |
|                  TL3     INPUT                 OLD,DELETE  132, 3432 *      |
|                  TKT     INPUT                 OLD,PASS    280, 2800 *      |
|                  SYSIN                                                      |
|                                                                             |
| 3.  L 5   (BETONUNG)                                                        |
|    EINGABE:  DATEI:      TL4 (T3)                                           |
|    AUSGABE:  DATEI:      TL5 (T3)                                           |
|    DATEIEN:      TL5     OUTPUT                NEW,PASS    132, 3432 *      |
|                  TL4     INPUT                 OLD,DELETE  132, 3432 *      |
|                  TKT     INPUT                 OLD,PASS    280, 2800 *      |
|                  SYSIN                                                      |
|                                                                             |
| 4.  L 6   (UEBERNAHME DER KONKORDANZEN)                                     |
|           (NUR NOTWENDIG BEI KONKORDANZ-VERWEISUNGEN)                       |
|    EINGABE:  DATEI:      TL5 (T3)                                           |
|    AUSGABE:  DATEI:      TL6 (T3)                                           |
|    DATEIEN:      TL6     OUTPUT                NEW,PASS    132, 3432 *      |
|                  TL5     INPUT                 OLD,DELETE  132, 3432 *      |
|                  TLK     DIRECT                NEW,DELETE                   |
|                          DCB=(DSORG=IS,RKP=0,KEYLEN=12,BLKSIZE=132)*        |
|                  SYSIN                                                      |
|                                                                             |
```

```
5.  L 7   (NUMERIERUNG)
    EINGABE:  DATEI:      TL6 (T3)
    AUSGABE:  DATEI:      TLN (TL)
              SYSPRINT:   ZAHL DER EINGESPEICHERTEN TOENE
    DATEIEN:     TLN      OUTPUT              NEW,PASS     120, 3480 *
                 TL6      INPUT               OLD,DELETE   132, 3432 *
                 SYSIN


AUFRUF:

     //L3S      EXEC SORT
     //SORTIN        DD  DSN=&&TLD,UNIT=WORK,DISP=(OLD,DELETE),
     //  DCB=(LRECL=132,BLKSIZE=3472,RECFM=FB)
     //SORTOUT       DD  DSN=&&TL3,UNIT=WORK,DISP=(NEW,PASS),
     //  DCB=(LRECL=132,BLKSIZE=3472,RECFM=FB),SPACE=(TRK,(..,..))
      SORT FIELDS=(5,4,BI,A,100,1,CH,A,37,4,BI,A,1,4,BI,A)

     //L4       EXEC PLOE
     //SYSLIN  DD  DSN=L4,UNIT=.....
     //EXECUTE.TL4  DD  DSN=&&TL4,UNIT=WORK,DISP=(NEW,PASS),
     //  SPACE=(TRK,(..,..))
     //EXECUTE.TL3  DD  DSN=&&TL3,UNIT=WORK,DISP=(OLD,DELETE)
     //EXECUTE.TKT  DD  DSN=&&TKT,UNIT=WORK,DISP=(OLD,PASS)
     //EXECUTE.SYSIN  DD  *
             < TITEL >

     //L5       EXEC PLOE
     //SYSLIN  DD  DSN=L5,UNIT=.....
     //EXECUTE.TL5  DD  DSN=&&TL5,UNIT=WORK,DISP=(NEW,PASS),
     //  SPACE=(TRK,(..,..))
     //EXECUTE.TL4  DD  DSN=&&TL4,UNIT=WORK,DISP=(OLD,DELETE)
     //EXECUTE.SYSIN  DD  *
             < TITEL >

     //L6       EXEC PLOE
     //SYSLIN  DD  DSN=L6,UNIT=.....
     //EXECUTE.TL6  DD  DSN=&&TL6,UNIT=WORK,DISP=(NEW,PASS),
     //  SPACE=(TRK,(..,..))
     //EXECUTE.TL5  DD  DSN=&&TL5,UNIT=WORK,DISP=(OLD,DELETE)
     //EXECUTE.TLK  DD  DSN=&&TLK,UNIT=WORK,DISP=(NEW,PASS),
     //  SPACE=(CYL,(..,..,..),RLSE),
     //  DCB=DSORG=IS
     //EXECUTE.SYSIN  DD  *
             < TITEL >

     //L7       EXEC PLOE
     //SYSLIN  DD  DSN=L7,UNIT=.....
     //EXECUTE.TLN  DD  DSN=&&TLN,UNIT=WORK,DISP=(NEW,PASS),
     //  SPACE=(TRK,(..,..))
     //EXECUTE.TL6  DD  DSN=&&TL6,UNIT=WORK,DISP=(OLD,DELETE)
     //EXECUTE.SYSIN  DD  *
             < TITEL >
```

TAFEL 13E STEP 5: PROGRAMME "H0" - "H1"

```
1.  H 0   (ZEITABSCHNITTE)
    EINGABE:  SYSIN:      ZEITABSCHNITT-DATENKARTEN
              DATEI:      TKT (TK)
    AUSGABE:  DATEI:      ZTA (ZA)
    DATEIEN:    ZTA       OUTPUT            NEW,PASS     36, 3492 *
                TKT       INPUT             OLD,PASS    280, 2800 *
                SYSIN

       STRUKTUR ZA:       (LAENGE: 36 BYTES)
       1 ZA,
         2 ZAB      LIKE TH.ZAB;        /* ZEITABSCHNITT WIE IN TH */

2.  H 1   (AUFTEILUNG DER TOENE IN ABSCHNITTE)
    EINGABE:  DATEIEN:    TLN (TL), ZTA (ZA)
    AUSGABE:  DATEI:      TLZ (TZ), ZTA (ZA IN GT ERGAENZT)
              SYSPRINT:   GTZ (GROESSTE TONZAHL IN ZUSAMMENKLAENGEN)
    DATEIEN:    TLN       INPUT             OLD,PASS    120, 3480 *
                TLZ(TLV)  OUTPUT            NEW,PASS     88, 3520 *
                ZTA       UPDATE            OLD,PASS     36, 3492 *
                SYSIN

       STRUKTUR TZ:       (LAENGE: 88 BYTES)
       1 TZ,
         2 ZAB      LIKE TH.ZAB,        /* ZEITABSCHNITT WIE IN TH */
         2 TON      LIKE TH.TOENE;      /* TON WIE IN TH           */

3.  SORT-PROGRAMM  (VORSORTIERUNG DER SAETZE FUER H2)
    SORTIN:     TLZ(TLV)                OLD,DELETE   88, 3520 *
    SORTOUT:    TLZ                     NEW,PASS     88, 3520 *
    SORT FIELDS=(1,2,BI,A,47,2,BI,A,45,2,BI,A,37,2,BI,A)
                 AZ        ABH        LIN        NR_T


AUFRUF:

     //H0       EXEC PLOE
     //SYSLIN   DD  DSN=H0,UNIT=.....
     //EXECUTE.ZTA  DD  DSN=&&ZTA,UNIT=WORK,DISP=(NEW,PASS),
     //  SPACE=(TRK,(..,..))
     //EXECUTE.TKT  DD  DSN=&&TKT,UNIT=WORK,DISP=(OLD,PASS)
     //EXECUTE.SYSIN  DD  *
               < ZEITABSCHNITT-KARTEN >

     //H1       EXEC PLOE
     //SYSLIN   DD  DSN=H1,UNIT=.....
     //EXECUTE.TLZ  DD  DSN=&&TLV,UNIT=WORK,DISP=(NEW,PASS),
     //  SPACE=(TRK,(..,..))
     //EXECUTE.TLN  DD  DSN=&&TLN,UNIT=WORK,DISP=(OLD,PASS)
     //EXECUTE.ZTA  DD  DSN=&&ZTA,UNIT=WORK,DISP=(OLD,PASS)
     //EXECUTE.SYSIN  DD  *
             < TITEL >

     //H1S      EXEC SORT
     //SORTIN       DD  DSN=&&TLV,UNIT=WORK,DISP=(OLD,DELETE),
     //  DCB=(LRECL=088,BLKSIZE=3520,RECFM=FB)
     //SORTOUT      DD  DSN=&&TLZ,UNIT=WORK,DISP=(NEW,PASS),
     //  DCB=(LRECL=088,BLKSIZE=3520,RECFM=FB),SPACE=(TRK,(..,..))
      SORT FIELDS=(1,2,BI,A,47,2,BI,A,45,2,BI,A,37,4,BI,A)
```

TAFEL 13F STEP 6: PROGRAMME "H2" - "H3"

```
+-----------------------------------------------------------------------+
| 1.  H 2   (ZUSAMMENSTELLUNG DER HARMONIE)                             |
|    EINGABE:  DATEIEN:   ZTA (ZA), TLZ (TZ)                            |
|              SYSIN:     GTZ (GROESSTE TONZAHL IN ZUSAMMENKLAENGEN)    |
|                         TITEL (FORMAT: (F(3),X(6),A(70))              |
|    AUSGABE:  DATEI:     THA (TH)                                      |
|    DATEIEN:     THA     OUTPUT            NEW,PASS     VARIABEL       |
|                                                  SATZ: GTZ*52 + 36    |
|                 ZTA     INPUT             OLD,PASS     36, 3492 *     |
|                 TLZ     INPUT             OLD,DELETE   88, 3520 *     |
|                 SYSIN                                                 |
|                                                                       |
|                                                                       |
| 2.  H 3   (ZUSAMMENKLANG)                                             |
|    EINGABE:  DATEI:     THA (TH)                                      |
|              SYSIN:     GTZ (GROESSTE TONZAHL IN ZUSAMMENKLAENGEN)    |
|                         TITEL (FORMAT: (F(3),X(6),A(70))              |
|                         GGF. INSTRUMENTENAUSWAHLLISTE (2./3.KARTE)    |
|    AUSGABE:  DATEI:     ZKG (ZK)                                      |
|    DATEIEN:     ZKG     UPDATE            NEW,PASS     VARIABEL       |
|                                                  SATZ: GTZ*16 + 276   |
|                 ZKD     OUTPUT/INPUT      NEW,DELETE   VARIABEL(=ZKG) |
|                 THA     INPUT             OLD,PASS     VARIABEL(S.O.) |
|                 SYSIN                                                 |
|                                                                       |
|                                                                       |
| AUFRUF:                                                               |
|                                                                       |
|     //H2       EXEC PLOE                                              |
|     //SYSLIN  DD  DSN=H2,UNIT=.....                                   |
|     //EXECUTE.THA  DD  DSN=&&THA,UNIT=WORK,DISP=(NEW,PASS),          |
|     //  SPACE=(TRK,(..,..)),                                          |
|     //  DCB=(LRECL=<GTZ*52+36>,BLKSIZE=....,RECFM=FB)                |
|     //EXECUTE.TLZ  DD  DSN=&&TLZ,UNIT=WORK,DI P=(OLD,DELETE)          |
|     //EXECUTE.SYSIN  DD  *                                            |
|                < GTZ, TITEL >                                         |
|                                                                       |
|     //H3       EXEC PLOE                                              |
|     //SYSLIN  DD  DSN=H3,UNIT=.....                                   |
|     //EXECUTE.ZKG  DD  DSN=&&ZKG,UNIT=WORK,DISP=(NEW,PASS),          |
|     //  SPACE=(TRK,(..,..)),                                          |
|     //  DCB=(LRECL=<GTZ*16+276>,BLKSIZE=....,RECFM=FB)               |
|     //EXECUTE.THA  DD  DSN=&&THA,UNIT=WORK,DISP=(OLD,PASS),          |
|     //  DCB=(LRECL=<GTZ*52+36>,BLKSIZE=....,RECFM=FB)                |
|     //EXECUTE.SYSIN  DD  *                                            |
|                < GTZ, TITEL, (INSTRUMENTENAUSWAHLLISTE) >             |
+-----------------------------------------------------------------------+
```

5.25 Step 5 - Programm HØ und H1 (Tafel 13E)

Auf H1 folgt ein Sortierprogramm, das die Datei TLZ (Töne linear, in Zeitabschnitte aufgelöst) zur Einspeicherung in THA vorordnet. Die Ordnung wird vorgenommen nach AZ (Abschnittzahl), ABH, LIN und NR_T.

5.26 Step 6 - Programm H2 und H3 (Tafel 13F)

Von einer automatischen Übergabe der Zahl GTZ (größte Zahl gleichzeitig klingender Töne) aus HØ an H2 und H3 wurde abgesehen, um keine Ausnahmeregelung zu schaffen; denn prinzipiell muß bei jeder Arbeit mit den Dateien THA oder ZKG dem Bearbeitungsprogramm die maximale Tonzahl und damit die aktuelle Länge der Struktur TH bzw. ZK ausdrücklich vorgegeben werden.

Für Harmonieanalysen kann es nützlich sein, in ZKG nur einen Ausschnitt des tatsächlichen Zusammenklangs zu erzeugen. Man erreicht dies durch eine zweite Eingabekarte, nach GTZ und Titel, auf der alle Instrumente bzw. Stimmen aufgelistet sind, die in ZK Eingang finden sollen.

5.3 K o n t r o l l p r o g r a m m e (Tafel 14)

5.31 PRF

Das Programm prüft das Eingabematerial der Notationsdaten auf Fehler in Syntax und Format. Es ahmt die Verarbeitungsgänge des Umwandlungsprogramms nach, um Codierungsfehler aufzuspüren, deren Art und Position ausgedruckt werden.

5.32 ATREG

Der Benutzer erhält eine Liste aller codierten Attribute einschließlich der Häufigkeit des Auftretens und der Nummer des Takts, in dem das Attribut zum ersten Mal erscheint.

5.33 Output-Programme

Um den Bearbeitungsvorgang während des Umwandlungsprogramms kontrollieren zu können, liegen Output-Programme für alle Dateien, d.h. Strukturen, vor, die vor allem den neu erarbeiteten Teil einer Struktur - z.B. in T2 das Attributregister - in kompakter Form ausdrucken.

TAFEL 14 K O N T R O L L P R O G R A M M E
ZU DEN
UMWANDLUNGSPROGRAMMEN

```
+-------------------------------------------------------------------------+
| 1.  P R F   (PRUEFUNG DER NOTATIONS-DATENKARTEN AUF SYNTAXFEHLER)       |
|     EINGABE:  SYSIN:      NOTATIONS-DATENKARTEN                         |
|     AUSGABE:  SYSPRINT:   FEHLERMELDUNGEN                               |
|     DATEI:        SYSIN                                                 |
|                                                                         |
| 2.  A T R E G  (AUFLISTUNG ALLER ATTRIBUTE)                             |
|     EINGABE:  DATEI:      TL1 (T1)                                      |
|     AUSGABE:  SYSPRINT:   ALLE ATTRIBUTE:                               |
|                            1. IN DER FOLGE DES AUFTRETENS               |
|                            2. NACH HAEUFIGKEIT GEORDNET                 |
|     DATEI:        TL1     INPUT                OLD,PASS    156, 3432 *  |
|                                                                         |
| 3.  KONTROLLPROGRAMME ZUM AUSZUGSWEISEN AUSDRUCK DER DATEIEN            |
|     FUER ALLE DATEIEN DER L-GRUPPE: TL0, TL1, TL2, TL3, TL4, TLN        |
|                       DER H-GRUPPE: ZTA, TLZ, THA, ZKG                  |
|                       TAKT:         TKT                                 |
|                 SOWIE DER AK-GR.:   AKG, UWG                            |
+-------------------------------------------------------------------------+
```

5.4 Analyse-Hilfsprogramme (Taf.15)

Um das mittels EDM bereitgestellte Datenmaterial zu nutzen, bedarf es vieler, z.T. sehr umfangreicher und komplizierter Analyse-Programme.

Obwohl man Programme so variabel gestalten kann, daß sich verschiedene, sogar einander widersprechende, Arbeitsweisen in einem Programm integrieren lassen und der gewünschte Arbeitsablauf erst bei der Benutzung durch die Eingabe von Bearbeitungsanweisungen gesteuert wird, glaube ich nicht, daß in absehbarer Zeit - wenn überhaupt - die Entwicklung allgemeingültiger Analyse-Prozeduren für bestimmte Aufgaben gelingt. Der Grund dafür liegt nicht in Mängeln der Computer- und Programmiertechnik, sondern in der Musikwissenschaft selbst, in der Uneinheitlichkeit ihrer Analyse-Methoden und in der Unsicherheit bei der Qualifizierung musikalischer Ereignisse. Probleme der Eingabemethode EDM machten mehrfach deutlich, wie rasch die Grenzen der Allgemeingültigkeit, d.h. der Objektivität, erreicht und überschritten werden können.

Aber so unterschiedlich Aufgabenstellungen und Programme derjenigen, die EDM-Dateien gebrauchen, auch sein mögen, einige Arbeitsgänge werden sich häufig wiederholen und einige davon sind in ihrer Art durch die Struktur des EDM-Materials vorgegeben.

Vergleichen ist der wichtigste Analyseprozeß; alle anderen Vorgänge, wie Auswählen oder Einordnen, lassen sich darauf zurückführen. Vergleichsdaten müssen mit den zu bearbeitenden Daten korrespondieren, sie bedürfen einer formalen Äquivalenz. Es liegt nahe, sich zur Eingabe der Vergleichsdaten - soweit möglich - der gleichen Codierungen und Umwandlungswege zu bedienen, die auch in EDM Verwendung finden.

Mit den Hilfsprogrammen steht ein Repertoire von Arbeitsgängen zur Verfügung, das zwar bei weitem nicht alle, aber einige wichtige, häufig wiederkehrende Aufgaben zu erledigen vermag.

5.41 NE - DA - MS (Tafel 15A)

Die Funktionsprozeduren NE und DA übernehmen die Umrechnung codierter Tondauern (vgl. 4.12.2 und 4.13) in Zeiteinheiten. MS setzt die relative Tondauer (vgl. 3.122.1) mit dem Tempo (vgl. 3.121.5) in Beziehung und gibt die absolute Tondauer in sec/1000 zurück.

5.42 EZ - ET (Tafel 15B)

Die Programme wandeln codierte Einsatzpunkte (vgl. 4.12.3) in Zahlenwerte um. Über EZ bekommt man Taktnummer und Einsatzpunkt (vgl. 3.122.2) getrennt, über ET einen addierten Einsatzpunkt.

ET berechnet auch Betonungspunkte (Schwerpunkte) des Takts aus Einsatzpunkten ohne Angabe einer Taktnummer.

TAFEL 15 A N A L Y S E - H I L F S P R O G R A M M E

TAFEL 15A N E - D A - M S

```
AUFGABE:
      NE: UMRECHNUNG EINER CODIERTEN ZEICHENGRUPPE NOTENWERT IN
          ZEITEINHEITEN
      DA: UMRECHNUNG EINER CODIERTEN VERBUNDENEN ZEICHENGRUPPE
          TONDAUER IN ZEITEINHEITEN
      MS: BERECHNUNG DER ABSOLUTEN TONDAUER

DEKLARATION DER UNTERPROGRAMME UND ARGUMENTE:
      DCL   NE ENTRY(CHAR(*)) RETURNS(BIN FIXED(31));
      DCL   DA ENTRY(CHAR(*)) RETURNS(BIN FIXED(31));
      DCL   MS ENTRY(BIN FIXED(31),BIN FIXED(31))
               RETURNS(BIN FIXED(31));
      DCL   NW     CHAR(...),          /* ZEICHENGRUPPE NOTENWERT
                                           ODER TONDAUER, LGE. VAR.   */
            LG(2) BIN FIXED(31),       /* TONDAUER REL. UND ABSOLUT  */
            ESC   BIN FIXED(31);       /* TEMPO, EINH./SEC, = TK.ESC */

AUFRUFE:    LG(1) = NE(NW);            LG(1) = DA(NW);
            LG(2) = MS(LG(1),ESC);
```

TAFEL 15B E Z - E T

```
AUFGABE:
      EZ: ERMITTLUNG VON TAKT UND EINSATZPUNKT IM TAKT AUS EINER
          ZEICHENGRUPPE EINSATZPUNKT
      ET: ERMITTLUNG DES ADDIERTEN EINSATZPUNKTS AUS EINER
          ZEICHENGRUPPE EINSATZPUNKT

DEKLARATION DER UNTERPROGRAMME UND ARGUMENTE:
      DCL   EZ ENTRY(CHAR(*),BIN FIXED(15),BIN FIXED(31));
      DCL   ET ENTRY(CHAR(*)) RETURNS(BIN FIXED(31));
      DCL   EP CHAR(...),            /* ZEICHENGRUPPE EINSATZPUNKT */
            T  BIN FIXED(15),        /* TAKTNUMMER                 */
            E  BIN FIXED(31),        /* EINSATZPUNKT IM TAKT       */
            P  BIN FIXED(31);        /* ADDIERTER EINSATZPUNKT     */

AUFRUFE:    CALL EZ(EP,T,E);         P = ET(EP);
```

TAFEL 15C KT32 - KT128

```
AUFGABE:  ERZEUGUNG EINER BITKETTE NACH EINGABE EINER ZAHLENREIHE

DEKLARATION DER UNTERPROGRAMME UND ARGUMENTE:
      DCL   KT32  ENTRY(CHAR(*)) RETURNS(BIT(32));
      DCL   KT128 ENTRY(CHAR(*)) RETURNS(BIT(128));
      DCL   ZR    CHAR(...),         /* ZAHLENREIHE, D. KOMMA GETR.*/
            B32   BIT(32),           /* BITKETTE  32               */
            B128  BIT(128);          /* BITKETTE 128               */

AUFRUFE:    B32 = KT32(ZR);          B128 = KT128(ZR);
```

5.43 KT32 - KT128 (Tafel 15C)

Der Vergleich von Bitketten erfolgt in Rechenanlagen rasch und problemlos. Deshalb, und des geringen Speicherplatzbedarfs wegen, finden Bitketten in vielen EDM-Strukturen Verwendung. Mit logischen Verknüpfungen zu Vergleichsbitketten ist jede in einer Bitkette aufgezeichnete Eigenschaft feststellbar.

Die KT-Programme machen die Eingabe langer Vergleichsbitketten überflüssig; die Fehlerquote wäre überdies zu hoch. Es ist sicherer, einem Programm eine Zahlenreihe (Zahlen, durch Komma getrennt) zu übergeben, das daraus eine Bitkette erzeugt, die in den durch die Zahlenreihe bezeichneten Positionen positiv ist.

5.44 TRA (Tafel 15D)

Das Programm TRA führt korrekte Transpositionen durch, wobei sich die Verschiebung der Tonhöhen nicht nur enharmonisch, sondern auch diatonisch richtig ergibt. Bei Transposition um einen Ganzton tiefer wird beispielsweise aus A ein G, aus Fis ein E, aber aus Ges ein Fes. Aus Es wird selbstverständlich Des, aus Fisis ein Eis; aus Geses würde jedoch Es, da eine dreifache Erniedrigung in der Notenschrift nicht darstellbar ist.

Die Berechnung der Transpositionsdifferenzen DD und DC sowie der Transpositionsrichtung RI geht von der Praxis der transponierenden Instrumente aus. Als Basiston gilt C. Die Transposition um einen Ganzton nach oben entspricht also einer Transposition nach D, die um einen Ganzton tiefer der nach B . Als "normale" Transpositionsrichtung gilt für TRA die nach oben. Im ersten Fall führt die Transposition um 1 diatonische Stufe (DD) bzw. 2 chromatische Stufen (DC) nach oben; der RI-Wert ist Ø, da sich die Transposition im als normal angenommenen Raum der nächsten 11 Halbtonschritte nach oben vollzieht. Im zweiten Fall, der Transposition nach B , bleibt die Richtung zunächst unberücksichtigt; zwischen C und B liegen 6 diatonische (DD) bzw. 10 chromatische (DC) Stufen. Die Richtung wird durch den RI-Wert -1 korrigiert.

Bei der reinen Oktavtransposition setzt man für DD und DC die Zahl Ø ein, für RI die der zu überspringenden Oktaven (negativ nach unten).

5.45 SKAL (Tafel 15E)

SKAL dient der Erzeugung von Tonleitern, d.h. Tonarten. Programmiert sind: Dur, Moll (in drei Erscheinungsformen: natürlich, harmonisch, melodisch aufwärts) und die Kirchentonarten Dorisch, Phrygisch, Lydisch und Mixolydisch. Alle Modi werden mit jedem Grundton verbunden, so daß auch z.B. Dis-Dur oder Phrygisch auf As abrufbar sind.

Die Tonleitern sind in einem fünfdimensionalen Feld (S(7,3, 8,7,2)) als Zahlen gespeichert. Die Dimensionen bezeichnen in der Reihenfolge: Grundton der Tonart, Vorzeichen des Grundtons, Modus, Tonleiterstufe (von unten nach oben), LIN und ABH (vgl. 3.11.2) der Tonleiterstufe ohne Bezug zu einer

TAFEL 15D T R A

```
+-----------------------------------------------------------------------+
| AUFGABE:                                                              |
|       TRANSPOSITION VON TONHOEHEN                                     |
|                                                                       |
| DEKLARATION DES UNTERPROGRAMMS UND DER ARGUMENTE:                     |
|       DCL   TRA ENTRY(BIN FIXED(15),BIN FIXED(15),BIN FIXED(15),     |
|                       CHAR(1),      CHAR(1),      BIN FIXED(15)));  |
|       DCL   DD BIN FIXED(15),      /* TRANSPOSITIONSDIFFERENZ        |
|                                                     DIATONISCH    */|
|             DC BIN FIXED(15),      /* TRANSPOSITIONSDIFFERENZ        |
|                                                     CHROMATISCH   */|
|             RI BIN FIXED(15),      /* TRANSPOSITIONSRICHTUNG      */|
|             TN CHAR(1),            /* TONNAME                     */|
|             VZ CHAR(1),            /* VORZEICHEN                  */|
|             OL BIN FIXED(15);      /* OKTAVLAGE                   */|
|                                                                       |
| AUFRUF:                                                               |
|       CALL TRA(DD,DC,RI,TN,VZ,OL);                                    |
|                                                                       |
| HINWEIS:                                                              |
|       DER IN TN/VZ/OL UEBERGEBENE TON KEHRT AN GLEICHER STELLE        |
|       TRANSPONIERT ZURUECK.                                           |
+-----------------------------------------------------------------------+
```

TAFEL 15E S K A L

```
+-----------------------------------------------------------------------+
| AUFGABE:                                                              |
|       ERZEUGUNG ALLER TONARTEN                                        |
|                                                                       |
| DEKLARATION DES UNTERPROGRAMMS UND DES ARGUMENTS:                     |
|       DCL   SKAL ENTRY(*);                                            |
|       DCL   S(7,3,8,7,2) BIN FIXED(15);                               |
|             /* 1.DIM.(7):    GRUNDTON  ( C = 1, D = 2, ETC.)          |
|                2.DIM.(3):    VORZEICHEN DES GRUNDTONS                 |
|                                        ( @ = 1, $ = 2, # = 3 )        |
|                3.DIM.(8):    MODI      ( DUR                  = 1,    |
|                                          MOLL NATUERLICH      = 2,    |
|                                          MOLL HARMONISCH      = 3,    |
|                                          MOLL MEL.AUFWAERTS   = 4,    |
|                                          DORISCH              = 5,    |
|                                          PHRYGISCH            = 6,    |
|                                          LYDISCH              = 7,    |
|                                          MIXOLYDISCH          = 8 )   |
|                4./5.DIM.(7,2):    TONHOEHEN AEHNLICH LIN/ABH OHNE     |
|                                   BERUECKSICHTIGUNG DER OKTAVLAGE:    |
|                                   4.DIM.:   7 TONLEITERTOENE          |
|                                   5.DIM.:   1 = LIN,  2 = ABH      */|
|                                                                       |
| AUFRUF:                                                               |
|       CALL SKAL(S);                                                   |
+-----------------------------------------------------------------------+
```

bestimmten Oktavlage (vgl. Konventionen auf Tafel 15E).

Ein Beispiel sei angeführt: Die 7 Töne der harmonischen As-Moll-Skala finden sich in den Feldelementen S(6,1,3, ,); denn A ist der 6. Ton der Reihe 'CDEFGAB', das Vorzeichen ∂, das 1. in der Reihe '∂$#', und 3 ist die Kennzahl für die Tonart Harmonisch-Moll. Der siebte Ton G dieser Tonleiter wird signalisiert durch das Zahlenpaar 5 (LIN) und 8 (ABH) in S(6,1,3,7,1 bzw. 2).

5.46 AK - Gruppe (Tafel 15F)

Der Gebrauch der Datei ZKG (Zusammenklänge) erfordert eine Harmoniedatei, deren Inhalt in der Form auf die der Daten in ZK zugeschnitten ist. Die AK-Programme bauen eine solche Datei auf.

AKG (Struktur AK (Akkorde)), Fundament der zweiteilig angelegten Harmoniedatei, hält alle Grundakkorde (vgl. 3.242) zur Verfügung. Die Grundtypen hat der Benutzer selbst als Grundakkorde mit dem Basiston CØ einzugeben. Die Transposition auf andere Grundtöne erfolgt automatisch, es werden jedoch nur darstellbare Grundakkorde zugelassen (z.B. kann Akkordtyp 3 in Tafel 6C, S.59, nicht auf Ces stehen).

Grundakkorde gleichen Typs sind in der Datei an der gleichen Nummer (AK.NR) erkennbar; der Grundton wird in BST verschlüsselt.

AK.G und AK.ATP entsprechen ZK.NA bzw. ZK.ATY.

Die (Stufen-)Funktion, die jeder Akkord in allen Tonarten erfüllt, mit denen er sich in einer sinnvolle Beziehung bringen läßt, wird im Programm AK2 automatisch ermittelt und in AK.FK eingetragen. Die nicht unumstrittene Stufentheorie erlaubt das automatische Verfahren. Es gilt nur zu bedenken, daß jede errechnete (Stufen-)Funktion im harmonischen Verlauf lediglich eine hohe Wahrscheinlichkeit, aber keine Sicherheit für die Gültigkeit bietet.

Der automatischen Berechnung entziehen sich jedoch Qualität und Bezug dissonanter Töne im Akkord; Angaben darüber muß der Benutzer in der Eingabe mitteilen (vgl. Konventionen auf Tafel 15F). Als dissonanzerzeugend gilt der Ton im Zusammenklang, der zu einem anderen Ton, dem dissonanten, in einem dissonanten Intervallverhältnis steht, selbst aber nicht der Auflösung bedarf. Ein dissonanzerzeugender Ton kann natürlich in Bezug zu einem anderen Ton selbst dissonant sein.

Die zweite Harmoniedatei UWG (Struktur UW (Umwandlungen)) registriert alle Umwandlungstypen, die von den eingegebenen Grundtypen nach den Anweisungen der Eingabe (Abschnitt 'U') abzuleiten sind. Aus Platzgründen werden alle Umwandlungstypen nur einmal, aus dem Grundakkord auf C, abgeleitet und eingespeichert.

Umwandlungstypen gleicher Art können von verschiedenen Grundtypen hergeleitet sein. Manchmal ist es günstig, gleiche Typen in einem einzigen Satz zusammengefaßt zu haben.

TAFEL 15F

A K - G R U P P E

```
AUFGABE:                ERZEUGUNG EINER HARMONIEDATEI
ERZEUGTE DATEIEN:       AKG (STRUKTUR AK),  GRUNDTYPEN IN ALLEN
                                             TRANSPOSITIONEN
                        UWG (STRUKTUR UW),  UMWANDLUNGEN DER
                                             GRUNDTYPEN (NICHT
                                             TRANSPONIERT)

STRUKTUREN:
    1 AK,                                  /* GRUNDTYP                  */
      2 NR              BIN FIXED(15),     /* GRUNDTYP-NUMMER           */
      2 BST             BIN FIXED(15),     /* BASSTON, CODIERT:
                                              TN(1).T * 10 + TN(1).V */
      2 G               BIN FIXED(31),     /* TONZAHL DES GRUNDTYPS     */
      2 ATP(2)          BIT(32),           /* GRUNDTYP L UND A,
                                              AEHNLICH ZK.ATY           */
      2 FK(7,3,8),                         /* FUNKTION DES GRUNDTYPS
                                              IN DEN TONARTEN, BEDEU-
                                              TUNG DER DIMENSIONEN WIE
                                              DIE DER ERSTEN DREI IN S
                                              IM PROGRAMM SKAL          */
        3 STU           BIT(8),            /* ANZEIGE DER STUFE DURCH
                                              POSITION '1'B;
                                              8.BIT: KEINE FUNKTION     */
        3 ALT(12)       BIT(1),            /* ANZEIGE DER ALTERATION
                                              DES X-TEN TONS IN TN      */
        3 ALN(12)       BIT(1),            /* ZUSAETZLICHE ANZEIGE
                                              BEI ALTERATION ABWAERTS*/
      2 TN(12),                            /* TOENE DES GRUNDTYPS       */
        3 T             BIN FIXED(15),     /* TONNAME ALS ZAHL (LIN)    */
        3 V             BIN FIXED(15),     /* VORZEICHEN ALS ZAHL
                                              = INDEX IN '-@$#+'        */
        3 O             BIN FIXED(15),     /* OKTAVLAGE                 */
        3 D             BIN FIXED(15);     /* DISSONANZ (VGL.EINGABE)*/
      LAENGE AK:   784 BYTES,  3 SAETZE PRO BLOCK(BLKSIZE(3136))

    1 UW,                                  /* UMWANDLUNG                */
      2 ATP(2)          BIT(32),           /* AKKORDTYP L UND A,
                                              AEHNLICH ZK.ATY           */
      2 G               BIN FIXED(15),     /* TONZAHL IN UMWANDLUNG     */
      2 Z               BIN FIXED(15),     /* NUMMER DER ABLEITUNG      */
      2 VB_AK,                             /* VERBINDUNG MIT AK         */
        3 NRG(8)        BIN FIXED(15),     /* NUMMERN MOEGLICHER
                                              GRUNDTYPEN                */
        3 NRA(8)        BIN FIXED(15),     /* NUMMER DER JEWEILIGEN
                                              UMWANDLUNG                */
      2 TF(12)          BIN FIXED(15),     /* TONFOLGE IN UMWANDLUNG    */
      2 TN(12)          LIKE AK.TN;        /* TOENE WIE IN AK, IN DER
                                              REIHENFOLGE DES UMWAND-
                                              LUNGSAKKORDS              */
      LAENGE UW:   164 BYTES, 21 SAETZE PRO BLOCK(BLKSIZE(3444))
```

```
| EINGABE:      ALLE BENOETIGTEN GRUNDTYPEN AUF DEM BASISTON CØ.          |
| FORMAT:       3 DATENABSCHNITTE MIT KENNZEICHNUNG ('T:','U:','D'),     |
|               DURCH '|' GETRENNT, ABSCHLUSS DES SATZES DURCH '‡'.      |
|                                                                         |
| ABSCHNITT 'T:':  OBLIGAT, 1.ABSCHNITT DES SATZES,                       |
|                  GRUNDTYP ALS AKKORD CODIERT, BEGINNEND MIT CØ          |
|                                                                         |
| ABSCHNITT 'D:':  DARF IN KONSONANTEN GRUNDTYPEN ENTFALLEN,              |
|                  FORMAT:   ZAHL DES DISSONANTEN TONS '-' DISSO-         |
|                            NANZZAHL                                     |
|                  CODE DISSONANZZAHL:                                    |
|                              INDEX DISSONANZERZEUGENDER TON * 100       |
|                              + DISSONANZGRAD                            |
|                  CODE DISSONANZGRAD:      (ERWEITERUNGSFAEHIG)          |
|                              10   AUFLOESUNG NACH UNTEN                 |
|                              11   AUFLOESUNG NACH UNTEN (LEITTON)       |
|                              30   AUFLOESUNG NACH OBEN                  |
|                              31   AUFLOESUNG NACH OBEN  (LEITTON)       |
|                              50   AUFLOESUNG NACH UNTEN ODER OBEN       |
|                  '=' -> GLEICHE DISSONANZANZEIGE WIE VORHER             |
|                                                                         |
| ABSCHNITT 'U:':  DARF ENTFALLEN, WENN KEINE UMWANDLUNG MOEGLICH,        |
|                  BEZEICHNUNG DER UMWANDLUNG DURCH EINE ZAHLENFOLGE,     |
|                      DIE DIE REIHENFOLGE DER TOENE DES GRUNDTYPS        |
|                      IN DER UMWANDLUNG WIEDERGIBT; DIE ZAHLEN SIND      |
|                      DURCH KOMMA GETRENNT, DIE ZAHLENREIHEN DER         |
|                      EINZELNEN UMWANDLUNGEN DURCH '/'.                  |
|                  '=' -> GLEICHE UMWANDLUNGEN WIE VORHER                 |
|                                                                         |
| BEISPIELE:                                                              |
|                   DOMINANTSEPTIMAKKORD                                  |
|       T: C0 E0 G0@B0      |D:4-1011            |U:2,3,4,1/              |
|       3,4,2,1/4,1,2,3/1,3,4/1,2,4/2,4,1/3,4,1/4,1,2/4,3,1;              |
|                   UEBERMAESSIGER DREIKLANG                              |
|       T: C0 E0#G0         |D:3-1031            |U:2,3,1/3,1,2;          |
|                                                                         |
| VERARBEITUNGSABLAUF IN DEN PROGRAMMEN DER AK-GRUPPE:                    |
|               1. PROGRAMM AK1:       AUFBAU DER DATEI AKG AUFGRUND     |
|                                       DER EINGABE                       |
|               1. PROGRAMM AK2:       EINFUEGUNG DER (STUFEN-)FUNK-     |
|                                       TIONEN IN AK                      |
|               3. SORTIERPROGRAMM:    DATEI UWG NACH TONZAHL UND TYP    |
|                                       UMGEORDNET                        |
|               4. PROGRAMM AK3:       ZUSAMMENFASSUNG GLEICHER UM-      |
|                                       WANDLUNGSTYPEN IN EINEM SATZ UW   |
+-------------------------------------------------------------------------+
```

AK3 übernimmt diese Aufgabe. Die Zahlen in den Feldern NRG und NRA stellen die Beziehungen zu den möglichen Grundtypen her.

Die Datensätze für zwei Zusammenklänge generiert das Programm AK1 von sich aus: die Generalpause - datentechnisch ein Akkord mit null Tönen - und der Einklang brauchen nicht eingegeben zu werden.

5.47 DSE (Tafel 15G)

Bei der Erzeugung der Datei ZKG durch das Programm H3 bleiben die Variablen DIT und DIG frei (vgl. 3.243.8). Im Vergleich mit den Angaben in der Harmoniedatei UWG erfolgt die Eintragung durch das Programm DSE.

5.48 RR (Tafel 15H)

Den größten Nutzen des Programms RR sehe ich für mich darin, daß es den Beweis für die Umkehrbarkeit der Zeiteinheiten-Rechnung (vgl. 3.123) erbringt.

TAFEL 15G D S E

```
AUFGABE:  EINFUEGUNG DER DISSONANZCODES IN ZK

VERARBEITUNGSABLAUF IN DEN PROGRAMMEN DER DSE-GRUPPE:
              1. SORTIERPROGRAMM:   UWG DOPPELT SORTIEREN IN UW1
                                    UND UW2, UW1 NACH ATP(1)/(2),
                                    UW2 NUR NACH ATP(2)
              2. PROGRAMM U_D:      UW1 UND UW2 IN DATEIEN UD1 UND
                                    UD2 FUER DIREKTEN ZUGRIFF UM-
                                    WANDELN
              3. PROGRAMM DSE:      DISSONANZ-UEBERTRAGUNG NACH ZKG
```

TAFEL 15H R R

```
AUFGABE:  RUECKRECHNUNG VON ZEITEINHEITEN IN CODIERTE NOTENWERTE

DEKLARATION DES UNTERPROGRAMMS UND DER ARGUMENTE:
      DCL   RR  ENTRY(BIN FIXED(31),BIN FIXED(31),BIN FIXED(31))
            RETURNS(CHAR(12));
      DCL   LE        BIN FIXED(31),  /* LAENGE IN EINHEITEN      */
            (PA,PE)   BIN FIXED(31),  /* ANFANGS-/ENDPUNKT        */
            NW        CHAR(...);      /* NOTENWERT, CODIERT       */

AUFRUF:   CALL RR(LE,PA,PE,NW);

HINWEIS:  LAENGE LE DARF TAKTGRENZE NICHT UEBERSCHREITEN.
          DATEI TKT MUSS FUER DAS PROGRAMM VERFUEGBAR SEIN.
```

6 ANALYSEN

Als Erprobungsmaterial für die Entwicklung der Eingabemethode EDM dienten Werke unterschiedlichster Entstehungszeit und Stilrichtungen:

Bach	Kunst der Fuge Contrapunctus 1
Brahms	1.Symphonie c-moll, 1.Satz
Honegger	Pastorale d'été
Webern	5 Stücke op.10, 3. und 5.Stück
Hindemith	Symphonie Mathis der Maler, 1.Satz
Berg	Violinkonzert, 2.Satz

Selbstverständlich wurde jeweils das ganze Werk bzw. der ganze Satz vollständig codiert.

Die Erarbeitung der Methode orientierte sich nach zwei Seiten: einerseits galt es - wie bereits ausführlich beschrieben - alle relevanten Informationen, die die Notenschrift birgt, in die Computer-Abbildung zu übertragen, andererseits mußte sich die Abbildung in Analysen bewähren. Letztlich waren die Analyse-Erfahrungen für die endgültige Fassung der Strukturen und damit der gesamten Eingabemethode entscheidend.

Aus der Reihe der durchgeführten Analysen stelle ich im folgenden einige vor, die den kommunikationstheoretischen Ansatz und die praktische Verwendbarkeit der Methode EDM belegen sollen. Daß die Analysen sich vornehmlich auf die weniger umfangreichen Werke des vorhandenen Erprobungsmaterials stützen, hat zwei Gründe: Erstens sind die Ergebnisse (vielleicht) auch ohne Computer nachprüfbar. Zweitens fände ich es unpassend, so große und komplexe Werke wie die genannten von Brahms, Hindemith oder Berg nur im kleinen Rahmen der Demonstration meiner Methode zu behandeln. Gründliche syntaktische und stilistische Untersuchungen solcher Werke bedürfen längerer Zeit und - vor allem - zur Darstellung einer ausführlichen Publikation.

6.1 Tonhöhenverteilungen

Studien zur Verteilung von Tonhöhen existieren bereits. Ich erinnere an die bekannten von Fucks [66] sowie eine von Stahl [67], alle schon älteren Datums und wahrscheinlich ohne Computer angefertigt.

Welchen Sinn haben Tonhöhenzählungen? Fucks und Stahl begründen ihre Untersuchungen damit, daß informationstheoretische Berechnungen Aufschlüsse über sonst verborgene Merkmale [68], d.h. dadurch auch über stilistische Eigentümlichkeiten geben können. Ich möchte hinzufügen, daß die Kenntnis quantitativer Verhältnisse im Gebrauch der Tonregionen und Tonstufen allein schon interessante Einblicke in die Werkstatt des Komponisten freigibt.

6.1.1 Darstellungsweisen

Die Niederschrift der Zählergebnisse kann in sehr unterschiedlichen Formen geschehen, je nachdem, welches Ziel die Analyse verfolgt. Als Grundmaterial benötigt man eine Tonhöhen-Tondauern-Matrix (Abb.3); ähnlich sieht auch der Output meines Tonhöhenzählprogramms THV aus [69].

Abb. 3 Tonhöhen - Tondauer - Matrix

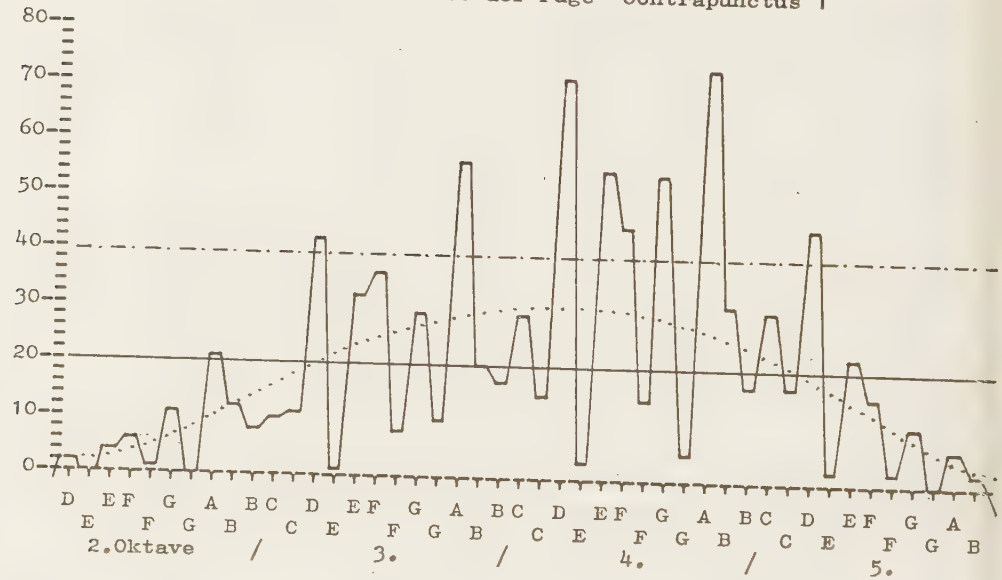
J.S.Bach Kunst der Fuge Contrapunctus 1

Tonhöhe	Tondauern						Gesamtzahl
	G	G	H	V	A	S x)	
♭B5					2		2
A5			1	2	2	1	6
#G5							
G5				3	6	1	10
#F5					2		2
F5			3	2	10		15
E5			2	7	13		22
♭E5				2			2
D5	1	1	7	12	24		45
#C5			2	5	10		17
C5			10	9	11		30
B4			3	5	9		17
♭B4			3	11	17		31
A4	1		19	27	26		73
#G4			3	1	1		5
G4			10	19	25		54
#F4			1	3	10		14
F4			7	15	23		45
E4			6	18	31		55
♭E4			1	2			3
D4	1		13	25	32		71
#C4			3	6	6		15
C4			6	13	10		29
B3			1	8	8		17
♭B3			5	7	8		20
A3	1	1	15	15	24		56
#G3			2	2	6		10
G3			2	11	16		29
#F3			1	3	4		8
F3			10	4	21		36
E3			4	12	16		32
♭E3					1		1
D3	1	1	14	11	15		42
#C3			4	1	6		11
C3				2	8		10
B2			1		7		8
♭B2			5	3	4		12
A2	2		2	9	8		21
#G2							
G2			2	2	7		11
#F2			1				1
F2				1	5		6
E2				1	3		4
♭E2							
D2					2		2

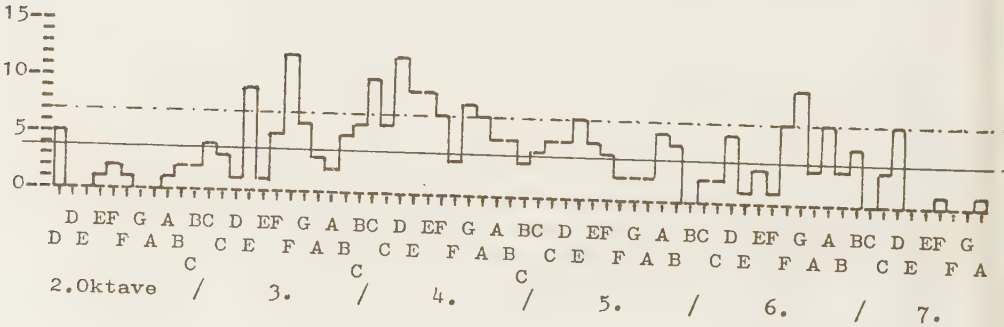
x) Tondauern punktierter Notenwerte werden den nächsthöheren zugerechnet (eine genaue Aufschlüsselung ist möglich)

Abb. 4 D i a g r a m m e zur Tonhöhenverteilung

J.S.Bach Kunst der Fuge Contrapunctus 1



A.v.Webern 5 Stücke op.10 5.Stück



——— Mittelwert aus allen Häufigkeiten des Tonraums

-·-·- Grenze Mittelwert plus Standardabweichung nach oben

····· Durchschnittswert unter Berücksichtigung der natürlichen Verdichtung zur Mittellage hin

Das Diagramm der Tonhöhenverteilung (Abb.4) veranschaulicht die Häufigkeit einzelner Tonhöhen ohne Differenzierung der Tondauern. Die Linie des Mittelwerts sowie die Grenze der Standard-Abweichung nach oben machen hervortretende Häufigkeiten besonders deutlich. (Besser als die Linie des Mittelwerts wäre vielleicht eine Mittelwertkurve wie die angedeutete, die die natürliche Verdichtung in der Mitte des benutzten Tonraums berücksichtigt.)

Dem Musiker verständlicher dürfte eine dritte Darstellungsweise sein: die Tonhöhen-Rangliste (Abb.5). In dieser Liste werte ich die Wichtigkeit einer Tonhöhe entweder nach der Häufigkeit (Abb.9) oder nach der Gesamtdauer der registrierten Töne (Abb.5, 6 u.8). Die Wertung nach der Gesamtdauer halte ich für objektiver als die bloße Zählung der Häufigkeit des Auftretens, da kurze und lange Töne nicht gleich intensiv wahrgenommen werden und die Dauer der Präsenz in der musikalischen Struktur wesentlicher erscheint als der Tonansatz. Gegen die Gesamtdauer-Bewertung wäre einzuwenden, daß das Interesse für eine Tonhöhe am stärksten beim Beginn des Tones ist und bei längerer Dauer nachläßt [70].

Das Bild der Rangliste für Bachs Contrapunctus 1 aus der Kunst der Fuge (Abb.5) ist zunächst nicht überraschend: die Töne der Dominant- und Tonikastufe in der Mittellage dominieren, dann erscheinen die wichtigsten der Tonart, und allmählich erweitert sich der Tonraum gleichzeitig zu den Randlagen hin sowie zu tonartfremden Tönen.

Nicht erwartete man vielleicht das späte Auftreten des Leittons Cis. In den 19 häufigsten Tonhöhen manifestiert sich die natürliche Molltonleiter. Die Bevorzungen der natürlichen 7.Stufe C vor dem Leitton Cis hat sicher mehrere Gründe. Bach verläßt zwar die Grundtonart kaum auf eine längere Strecke, weicht aber ständig in verwandte Tonarten wie F-dur oder a-moll, denen das C angehört, aus. Einen zweiten Grund sehe ich im Rang den der Leitton im Thema einnimmt: in der Mitte des Themas ist er der Wendepunkt im melodischen und rhythmischen Verlauf. (Die melodische Linie ändert sich übrigens beim Leitton doppelt: die melodische Richtung schlägt ins Gegenteil um und die Intervallsprünge weichen Stufen.) Ein derart wichtiger Ton gewinnt noch mehr "Informations"-Kraft, wenn er nicht zu häufig in Erscheinung tritt.

Erwähnenswert erscheint auch die Belegung aller Töne zwischen dem tiefsten (D) und dem höchsten (b'') mit ganz wenigen Ausnahmen am Rande des Tonraums.

Besser als die ausführliche Rangliste zeigt die Projektion der Tonhöhen in den Tonraum einer Oktave die Verwendung aller 12 Stufen der chromatischen Skala und die Differenzierung der Töne im Bezug zur Tonart. Die Folge der Tonhöhen zerfällt deutlich in 6 Häufigkeitsklassen. Mit dem höchsten Wert rangieren Dominant- und Tonika-Ton erwartungsgemäß vor den übrigen. Die Töne der 2., 3. und 4.Stufe sind etwa gleichrangig und folgen erst mit erstaunlich hohem Abstand. Die dritte Gruppe bilden der 6. und 7.Ton der natürlichen Moll-Tonart, die vierte die hochalterierten Töne der selben Stufen. Rechnet man alterierte und natürliche Töne der 6. und 7.Stufe zusammen, übersteigt ihre Häufigkeit die der zweiten Gruppe. Ob Bach auch in Dur-

Abb. 5 Tonhöhen - R a n g l i s t e J.S.Bach Kunst der Fuge Contrapunctus 1

Zählung aller Tonhöhen

L = Gesamtdauer der gezählten Tonhöhen in 1000 Einheiten
H = Häufigkeit ohne Differenzierung der Tondauern

L	963	766	746	721	615	534	514	474	408	393	353	338	297	292	252	227	202	181	161
H	73	71	42	56	54	55	45	45	36	30	21	29	31	32	29	20	22	12	17

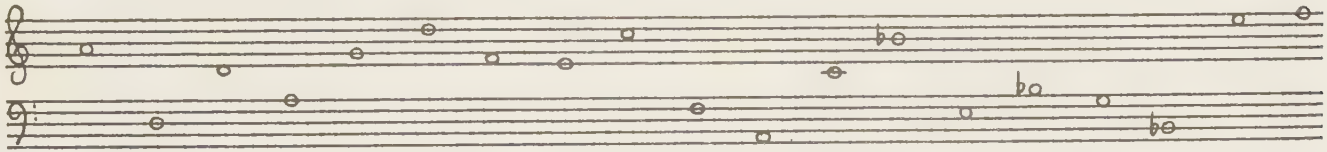
L	161	146	146	141	121	111	106	91	78	76	71	60	58	55	40	35	25	20	20	20	10	10	5
H	15	17	15	17	11	11	14	10	10	5	8	10	6	8	3	6	4	2	2	1	2	2	1

Projektion der Tonhöhenverteilung in den Tonraum einer Oktave

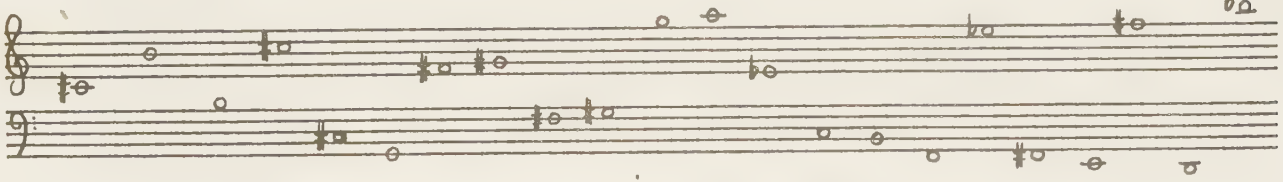
L	2094	2036	1063	1055	1053	791	715	423	364	207	166	65
H	156	160	102	104	113	69	65	43	42	25	15	6

Abb. 6 Tonhöhen - R a n g l i s t e J.S.Bach Kunst der Fuge Contrapunctus 1
Zählung auf die Tonhöhen beschränkt, die zu Beginn einer Zählzeit erklingen
(L und H vgl. Abb.5)

L	862	690	655	640	524	438	413	403	358	353	323	318	237	232	212	192	171	151	131
H	53	31	49	40	36	30	33	29	23	25	15	25	19	20	17	17	10	12	12

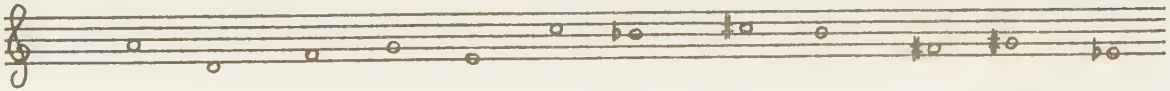


L	131	121	111	96	96	76	71	71	66	60	55	50	40	35	25	20	20	20	15	5	5	5
H	9	9	10	8	6	4	7	4	7	4	5	4	3	5	2	3	2	1	2	1	1	1



Projektion der Tonhöhenverteilung in den Tonraum einer Oktave

L	1875	1789	917	847	801	711	625	322	257	161	131	60
H	112	111	73	62	63	53	47	23	21	16	8	5



Tonarten allgemein die 6. und 7.Stufe vor der 2., 3. und 4. bevorzugt oder nur in Moll die reizvolle Wirkung des Wechsels natürlicher und alterierter Stufen ausnutzt, bleibt als Frage offen. Die Häufigkeit tonartfremder Töne (Fis, Gis, Es) ist, wie erwartet, geringer, erscheint aber beachtilich hoch, wenn man bedenkt, daß Bach die Basis der Grundtonart nur kurzfristig verläßt.

6.1.2 Zählung unter veränderlichen Kriterien - Auswahlvergleich

Fucks und Stahl führen aufgrund ihrer Zählungen Berechnungen durch, um Entropie, Redundanz, Streuung und ähnliches zu gewinnen und mit Werten aus anderen Werken zu vergleichen. Das alles läßt sich in Auswertungsprogramme einbauen. Mich interessiert das Zahlenspiel mit Entropien u.ä. im Zusammenhang mit einzelnen Tonhöhen jedoch nicht allzusehr, weil ich prinzipielle Probleme bei der Zumessung von Informationsmengen an musikalische Ereignisse sehe (vgl. 6.2.3) und Tonhöhen ohnehin nicht den Rang musikalischer Zeichen zugestehen möchte (vgl. 6.2).

Ich möchte dagegen den Blick auf neue Möglichkeiten lenken, die sich durch EDM bieten. Jede Zählung ist eine Auswahl aus dem Datenmaterial. Führt man mehrere Zählungen aus dem gleichen Material unter verschiedenen Zählkriterien durch, lassen sich in einem "Auswahlvergleich" aus den Unterschieden zwischen den Auswahlergebnissen Rückschlüsse auf Charakteristika der Komposition ziehen. Dank der leichten Zugänglichkeit des Grundmaterials in den EDM-Dateien lassen sich Zählungen sehr rasch durchführen und mehrere in einem einzigen Arbeitsgang koppeln.

Abbildung 6 präsentiert eine Rangliste, die sich auf die Tonhöhen beschränkt, die an betonten Punkten des Taktes, hier Beginn einer Zählzeit, klingen. Es fielen also alle Achtel- und Sechzehntel-Noten, die nicht auf dem Beginn einer vollen Zählzeit stehen, bei der Zählung heraus. Das Ergebnis zeigt im Vergleich zur Zählung ohne Differenzierung (Abb.5) wenig Unterschiede. Einige Tonhöhen tauschen die Plätze, ohne daß daraus Besonderes zu schließen wäre. Eine einzige Tonhöhe (Es in der kleinen Oktav) fehlt in der zweiten Liste. Auch in der Projektion in eine Oktav ändert sich nichts wesentlich, nur fällt der Unterschied zwischen der 2. und 3.Gruppe weniger deutlich aus.

Was ist zu folgern aus einem Auswahlvergleich, der keine signifikanten Unterschiede zutage fördert? Hier läßt sich vermuten, daß Bach alle Tonhöhen strukturell einsetzt. D.h.: Bach verwendet keine Tonhöhen nur als "Farbe" auf unterbetonten Takttheilen, jede Tonhöhe hat ihren Wert im musikalischen Ganzen; tonartfremde Töne werden zwar durch geschicktes Ausweichen in verwandte Tonarten motiviert bzw. in den Zusammenhang eingeordnet, aber sie sind keinesfalls Zufallsergebnisse, sondern notwendige Teile des von Bach eingesetzten Tonvorrats.

Wenn die vorgetragene Vermutung stimmt, ist zu erwarten, daß auch weitere Zählungen unter anderen Auswahlbedingungen ähn-

liche Resultate bringen. Darum ließ ich im nächsten Arbeitsgang nur die oberste und die unterste Linie im Geflecht der Stimmführung auszählen. (Der oberste Horizont ist nicht identisch mit der 1.Stimme, sondern mit dem Verlauf der jeweils höchstliegenden Stimme. In der Datei TLN kann der oberste Horizont entweder durch Auswahl bestimmter Abschnitte aus den in Frage kommenden Stimmen - durch Angabe von Instrumentennamen, Anfangs- und Endpunkte dem Auswahlprogramm mitteilbar - gefunden werden oder - automatisch - durch Vergleich mit dem in THA jeweils höchsten Ton.) Das Ergebnis bestätigte die Annahme (Abb.7, A.c und A.d); allerdings sollte man berücksichtigen, daß im polyphonen Satz die Wahrscheinlichkeit dafür höher ist als im homophonen. Eine weitere Bestätigung brachte die Auswahlzählung von betontem Zeitpunkt zu betontem Zeitpunkt, d.h. Zählung aller Tonhöhen auf jedem Beginn einer vollen Zählzeit. (Für die vorhergehenden Zählungen verwendete ich die Datei TLN. Nun ließ ich aus THA jeden durch Zählzeitbeginn betonten Zeitabschnitt - PA = 1, 10081, 20161 oder 30241 - heraussuchen und die im Zusammenklang auftretenden Tonhöhen ohne Rücksicht auf Verdopplungen registrieren. Längere Töne wurden ggf. mehrmals gezählt, wenn ihre Dauer sich über mehrere Zählzeiten erstreckt.) Die Tabelle (Abb.7, B.c) zeigt die wiederum durch und durch regelmäßige Verteilung der Tonhöhen auf die einzelnen Zählzeiten.

Eine wesentliche Änderung des Bildes der Tonhöhenverteilung ergäbe sich jedoch, wenn man die erste Hälfte des Contrapunctus 1 mit der zweiten vergleichen würde. Ein Blick in die Partitur offenbart es sofort: die tonartfremden "informativen" Töne werden erst relativ spät eingeführt. Bach erreicht u.a. dadurch ein Gleichmaß des Informationsflusses. In jedem Abschnitt des Werks bietet Bach dem Hörer etwas Neues, Informatives: Nach Thema und kontrapunktischer Arbeit, dem Informativen des ersten Teils, bringt er im zweiten neben einer Verdichtung der kontrapunktischen Verknüpfungen eine Ausweitung der Harmonie, die sich in der Verteilung der Tonhöhen niederschlägt.

Nicht zum Vergleich mit Bachs Contrapunctus, sondern der Eigenart der Ergebnisse wegen stelle ich noch zwei weitere Tonhöhenverteilungen vor.

Bei Honegger (Abb.8 und 9) fallen in den Ranglisten Hauptklangpunkte auf. Herausragend über die Grenze des Mittelwerts (260, bezogen auf Gesamtdauer) plus Standardabweichung (345) zeigen sich 12 Töne, vornehmlich in der unteren Mittellage. Der häufigste Ton, D', hat in der verwendeten Tonart wohl keine bedeutende Funktion. In anderen Oktavlagen kommt D nämlich kaum vor, nur in diesem zentralen Klangpunkt D'. Im Bild der Raffung auf den Tonraum einer Oktave treten die Töne der pentatonischen Leiter auf D markant hervor, von den Tönen der zweitwichtigsten Gruppe zur siebenstufigen Tonleiter Mixolydisch auf E komplettiert. Bei Veränderung der Zählweise bleibt die Gruppenbildung weitgehend intakt, jedoch wechselt die Rangfolge unter den fünf führenden Tonhöhen ständig.

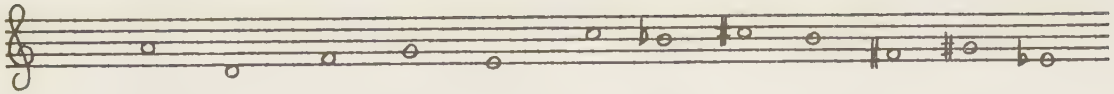
Abb. 7 Vergleich der Tonhöhenverteilungen unter veränderlichen Kriterien
J.S.Bach Kunst der Fuge Contrapunctus 1
(Tonstufen, Tonhöhen ohne Berücksichtigung der Oktavlage)

A. Vergleich nach Gesamtdauer (L in je 1000 Einheiten)

													gesamt
a)	Alle Tonhöhen ohne Differenzierung												
L	2094	2036	1063	1055	1053	791	715	423	364	207	166	65	10032
in %	20.9	20.3	10.6	10.5	10.5	7.9	7.1	4.2	3.6	2.1	1.7	0.6	
b)	Tonhöhen, die zu Beginn einer Zählzeit erklingen												
L	1875	1789	917	847	801	701	625	322	257	161	131	60	8496
in %	22.1	21.1	10.8	9.7	9.4	8.4	7.4	3.8	3.0	1.9	1.5	0.7	
c)	Tonhöhen des obersten Horizonts												
L	627	590	338	300	279	333	227	161	111	35	55	25	3081
in %	20.4	19.1	11.0	9.7	9.1	10.8	7.4	5.2	3.6	1.1	1.8	0.8	
d)	Tonhöhen der untersten Linie												
L	640	771	423	277	292	121	232	176	96	50	40	5	3124
in %	20.5	24.7	13.5	8.8	9.3	3.9	7.4	5.6	3.1	1.6	1.3	0.2	

zu Abb.7

B. Vergleich nach Häufigkeit



gesamt

a) Alle Tonhöhen ohne Differenzierung

H	156	160	102	104	113	69	65	43	42	25	15	6	900
in %	17.3	17.8	11.3	11.6	12.6	7.7	7.2	4.8	4.7	2.8	1.7	0.7	

b) Tonhöhen zu Beginn einer Zählzeit

H	112	111	73	62	63	53	47	23	21	16	8	5	594
in %	18.8	18.7	12.3	10.4	10.6	8.9	7.9	3.9	3.5	2.7	1.3	0.8	

c) Differenzierung nach betonten Punkten: Zählung aller Tonhöhen auf jedem Beginn einer Zählzeit

1.Zz.:	52	51	29	23	22	21	19	12	4	6	5	0	244
2.Zz.:	54	44	34	26	21	18	25	9	7	5	4	0	247
3.Zz.:	59	52	28	26	21	22	18	6	8	4	2	3	249
4.Zz.:	48	45	21	27	30	24	15	8	9	4	3	3	237

1. + 3. Zählzeit

H	111	103	57	49	43	43	37	18	12	10	7	3	493
in %	22.5	20.9	11.6	9.9	8.7	8.7	7.5	3.6	2.4	2.0	1.4	0.6	

2. + 4. Zählzeit

H	102	89	55	53	51	42	40	17	16	9	7	3	484
in %	21.1	18.4	11.4	11.0	10.5	8.7	8.3	3.5	3.3	1.9	1.4	0.6	

Tonhöhen auf allen Zählzeiten

H	213	192	112	102	94	85	77	35	28	19	14	6	977
in %	21.8	19.7	11.5	10.4	9.6	8.7	7.9	3.6	2.9	1.9	1.4	0.6	

Abb. 8 Tonhöhen - R a n g l i s t e A.Honegger Pastorale d'été

1.Abschnitt (Takt 1 - 47 incl.)

L	1467	1250	1099	907	808	806	746	631	604	545	534	504	398	343	343	338	334	333	304	242	197	166	156
H	237	213	58	187	165	146	134	101	118	91	33	36	44	75	50	77	70	31	69	30	26	19	16

L	144	142	136	126	121	117	111	76	76	60	60	55	55	45	45	45	43	40	40	40	<40	. . . . .
H	9	12	29	25	10	25	12	6	6	6	2	16	6	18	6	6	13	10	2	2		

Projektion in den Tonraum einer Oktave

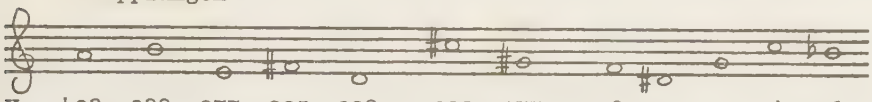
(Zahlen in Klammer: enharmonische Zusammenfassung)

L	2270	2175	2134	2041	1993	1779	1224	307	217	212	146	66	65	45	33	20	18	18	18	2	2
H	325	388	408	298	337	177	209	38	39	29	24	6	16	15	11	8	8	6	3	1	1

L	(2287	2192	2136	2061)	(1812	1226	353	235)	(131)
H	(331	391	409	306)	(188	210	53	47)	(22)

Abb. 9 Tonhöhenverteilungen unter veränderten Kriterien
Honegger Pastorale d'été

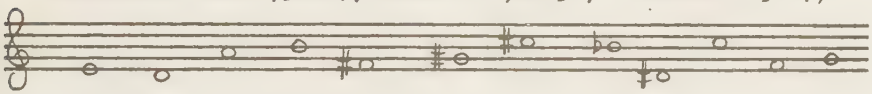
a) 1.Abschnitt (T.1-47 incl.), ohne Differenzierung, mit Tonverdopplungen



H	408	388	377	325	298	209	177	38	39	29	24	16
		+3		+6	+8		+11	+15	+8			+6

(untere Zahl: enharmonisch gleiche Töne)

b) 1.Abschnitt, nur Melodiestimmen (Flöte 38-47, Oboe 12-38, Klarinette 20-24,38-47, Horn 4-11,20-31, 1.Violine 23-47)

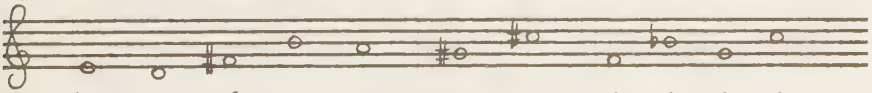


H	51	42	33	32	28	20	20	15	11	12	7	3
			+1	+2	+2	+6	+2	+3	+5		+3	
L	469	534	242	454	381	139	171	66	81	45	71	25

c) Takt 1 - 37(incl.), ohne Tonverdopplungen

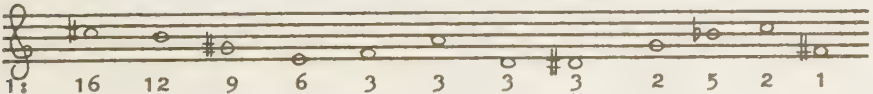
H	263	246	227	193	161	108	75	12	12	6	4	0
L	1325	1414	685	1401	1071	388	862	40	40	35	10	

d) Takt 1 - 37(incl.), alle Töne auf jedem betonten Taktteil



1:	45	35	26	11	32	2	2	1	1	1	1
2:	19	30	17	53	27	36	3	1	1	1	
3:	53	37	30	50	35	35	4	1	1		
4:	20	30	55	13	29	4	42	1	1	-	-
H	137	132	128	127	123	77	51	4	4	2	1
1+3:	98	72	56	61	67	37	6	2	2	1	1
2+4:	39	60	72	66	56	40	45	2	2	1	

e) Takt 38 - 47(incl.), alle Töne auf jedem betonten Taktteil

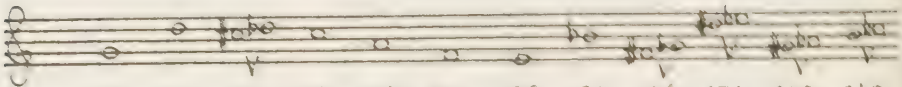


1:	16	12	9	6	3	3	3	3	2	5	2	1
2:	16	12	11	5	8	7	4	4	2	2	3	3
3:	17	11	11	5	8	7	4	4	3	1	2	2
4:	16	15	9	11	2	4	5	4	3	1	2	3
H	65	50	40	27	21	21	16	15	10	9	9	8
1+3:	33	23	20	11	11	10	7	7	5	6	4	3
2+4:	32	27	20	16	10	11	9	8	5	3	5	5

Abb. 10 Tonhöhenverteilungen unter veränderten Kriterien

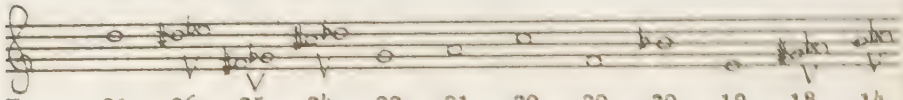
A.v.Webern 5 Stücke op.10 5.Stück

a) Ordnung nach Gesamtdauer



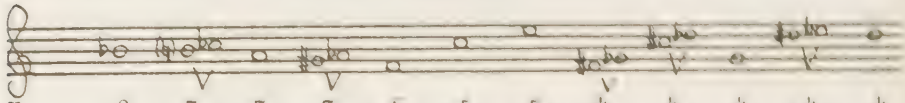
L	279	275	247	234	224	207	186	181	176	171	160	149
H	22	31	24	20	21	20	19	20	25	26	18	14

b) Ordnung nach Häufigkeit



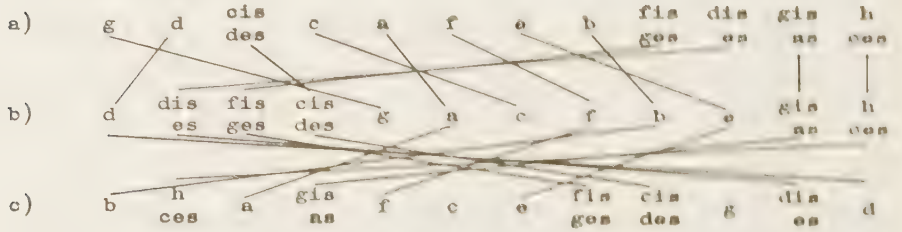
H	31	26	25	24	22	21	20	20	20	19	18	14
L	275	171	176	247	279	224	234	207	181	186	160	149

c) Oberster Horizont (oberste bewegte Linie)



H	8	7	7	7	6	5	5	4	4	4	4	4
L	76	75	71	54	91	88	60	66	45	35	30	28

Verschiebungen:



Bei Webern (Abb. 4 und 10) überrascht vielleicht, daß die Gleichverteilung der Tonhöhen, die man im Expressionismus zunehmend anzutreffen glaubt und die in Verbindung mit der wachsenden Gleichrangigkeit der Stufen zwangsläufig zur Dodekaphonie geführt haben soll, so wenig ausgeprägt ist. Jede Veränderung der Zählweise verändert auch die Rangliste gänzlich.

Aus den vorgelegten Untersuchungsergebnissen bereits weitergehende Schlüsse auf Typisches im Werk Bachs oder Honeggers ziehen zu wollen, wäre sicher nicht angebracht. Dazu reicht weder die Menge des Datenmaterials noch die geringe Zahl von Auswahlzählungen und Auswahlvergleichen aus. Und der Aspekt der Tonhöhenverteilung allein ist viel zu eng. Generelle Aussagen zu Syntax und Informationsfluß, erklärtes Ziel der Arbeit an und mit EDM, sind nur in Verbindung mit Analysen auf anderen Ebenen musikalischer Zeichen und in größerer Breite möglich.

6.2 Intervalle - Tonfolgen

Im Gegensatz zu Einzeltönen ist konsekutiven Intervallen die Eigenschaft musikalischer Zeichen zuzuschreiben. Schon eine Folge von nur zwei Tönen vermag eine unverwechselbare musikalische Gestalt zu bilden (Beispiel Kuckucksterz).

In der Musiktheorie und Kompositionslehre nehmen konsekutive Intervallbeziehungen einen breiten Raum ein, niedergelegt vor allem in Stimmführungsvorschriften und Regeln zur Melodiebildung. Die Art der Fortschreitungen und die Integration der Tonfolgen in die Harmonie erscheint exakt lehrbar und somit genau beschreibbar. Trotzdem gibt es keine brauchbaren Grundlagen zu Aussagen über die mögliche Anordnung von Intervallketten. Natürlich wissen wir, daß Sekundfortschreitungen wegen des hohen Erwartungsgrades gemeinhin unauffällig, uninformativ wirken - was Beethoven gelegentlich widerlegt -, und daß größere Intervalle, besonders solche, die sich im Zusammenklang dissonant verhalten, eine spannungsreiche Tonfolge ergeben und deshalb in Maßen Verwendung finden sollen. Wir wissen auch, daß Dreiklangsbrechungen wegen ihrer starken Bindung an die Harmonie melodisch wenig Gewicht haben. Jedoch wissen wir nicht, wieviele spannungsreiche Intervalle auf welche Weise zu einer noch wahrnehmbaren, akzeptationsfähigen Intervallkette verbunden werden dürfen - den Begriff des Wahrnehmbaren im Sinne der Ausführungen in Kap.1 verstanden. Wir können zwar sagen, daß stilistische Eigentümlichkeiten sich u.a. in der Intervallverwendung manifestieren, besitzen aber kaum Material, diese Aussage konkret zu belegen und die Charakteristika objektiv zu benennen. Und in ganz ferner Zukunft noch liegt die Möglichkeit der Zusammenstellung eines Zeichen-Folge-Katalogs, wie er für die englische Sprache bereits existiert [54]), für den Bereich der musikalischen Sprache: eine Beschreibung der Abhängigkeit der musikalischen Elemente untereinander im linearen und vertikalen Verlauf.

Ohne den Begriff Syntax ausdrücklich zu erwähnen - der Ausdruck "Formalstruktur" kann syntaktische Regeln einschließen

- zielt Fucks bereits 1965 mit seinen Studien zu konsekutiven Intervallen [71]) in die angesprochene Richtung. Aber es geht ihm (noch) nicht um Wahrnehmbarkeitsprobleme. Als Naturwissenschaftler verzichtet er "auf die Frage nach dem 'Sein hinter den Erscheinungen'". Er abstrahiert die Messungen am musikalischen Gegenstand in mathematischen Darstellungsweisen und deckt Gesetzmäßigkeiten bzw. Entwicklungen im Verlauf der Musikgeschichte auf. Seine Methode ist mehr die der Stichprobe als die der Erfassung aller Daten, was aber, da die Methode den Absichten adäquat ist, nicht negativ zu werten sein kann.

Mit statistischen Mitteln hinter den Sinn musikalischer Erscheinungen zu gelangen, versucht dagegen M.E.Brockhoff in einer Untersuchung zum Intervallgebrauch bei Wagner [72]). Ihr geht es darum, Beziehungen zwischen Text bzw. Inhalt und verwendeten Intervallen herzustellen. Obwohl sich die Autorin wegen der traditionellen Zählweise ohne maschinelle Hilfen in ihrer Betrachtung auf eine Auswahl besonders interessant erscheinender Intervalle beschränken mußte, legt ihr exaktes Datenmaterial, ein Text-Intervall-Register, überzeugend den Schluß nahe, daß Wagner Intervalle als Symbole einsetzt.

Analyse-Ziele wie die genannten lassen sich nun mit EDM auf breiter Datengrundlage angehen. Überdies bietet die Genauigkeit des Materials die Chance für eine Erweiterung und Verfeinerung der angewandten Methoden musikalischer Statistik.

6.2.1 Auswahlverfahren

Schon die unkompliziertesteIntervallzählung, die Erfassung aller Intervalle, die zwischen benachbarten Tönen im linearen Verlauf auftreten, führt zu musikwissenschaftlichen Problemen im Vorfeld der Analyse.

Welche Intervalle sollen in die Untersuchung einbezogen werden? Zählt man alle geschriebenen ohne Rücksicht auf musikalische Qualitäten und Zusammenhänge? Oder unternimmt man den Versuch, nur die Tonabstände auszuwerten, die für die Wahrnehmung als Tonfolge relevant sind? Würde man sich prinzipiell für die erstgenannte Methode entscheiden, also für die unterschiedslose Auflistung, erhielte man z.B. in vielen klassischen Klavierstücken völlig unzureichende Ergebnisse, da alle Alberti-Bässe nicht als Spielfigur über einer Harmonie, sondern als Tonfolge des gleichen Rangs wie thematisches Material behandelt würden; Terzen und Quarten hätten im Gesamtbild einen unverhältnismäßig hohen Anteil - unverhältnismäßig vom Standpunkt des Gehörs aus. Will man sich dagegen an der tatsächlichen Wahrnehmung orientieren, stellt sich die Frage, welche Perzeptionsprinzipien empirisch festgestellt bzw. feststellbar sind. Eine bis in Einzelheiten gehende Klärung der Wahrnehmungsvorgänge ist jedoch in absehbarer Zeit nicht, wenn überhaupt jemals, zu erwarten. Trotzdem richte ich meine Analysen an den vermuteten Wahrnehmungsaktionen aus, versuche aber, die Fehlerrate durch die Methode des Auswahlvergleichs zu verringern und unerheblich werden zu lassen.

Eine Tonfolge ist eine Information, eine Kette von Tonfolgen eine Informationsreihe oder ein Informationskomplex. Jede In-

formation wird durch eine Summe von Zeichen transportiert, deren Elemente unterschiedlicher Qualität sein können. Zu Zeichen hoher Informationskraft gesellen sich solche minderen Informationswerts: informative Zeichen mischen sich mit redundanten.

Redundante Zeichen werden zwar wahrgenommen, aber nicht als strukturbestimmend klassifiziert. Ein gutes Beispiel für diese Annahme ist die Figuralvariation: aufgrund einer neuartigen Information, der charakteristischen Spielfigur, wird die Redundanz des Themas vermehrt und verändert; die Makro-Intervallstruktur bleibt trotz einer u.U. völlig gegensätzlichen Mikro-Intervallstruktur erhalten. Nach welchen Kriterien aber bewertet unsere Wahrnehmung die Elemente, die Töne, bei der Einordnung in das Ensemble einer Tonfolge, sei es von der Struktur her unter- oder übergeordneter Art? Natürlich spielen Tondauer, natürliche und außerordentliche Betonung, Klangfarbe eines Tones sowie die Erwartungshaltung des Hörers dabei eine Rolle, doch sind die Maßstäbe, die den Zuordnungsprozeß während der Perzeption bestimmen, sachlich kaum genau zu bestimmen.

Entscheidend für die Einreihung der Töne in Tonfolgen ist sicherlich auch unsere Fähigkeit zur Gliederung, zur Aufteilung des Stroms der musikalischen Elemente in zusammengehörende Abschnitte, nenne man diese Motiv, Thema, Gestalt, Periode oder Satz. Dafür sind außer den Eigenschaften des einzelnen Tons Merkmale des zeitlichen Ablaufs innerhalb der Tonfolge bestimmend. Intervalle über Gliederungsgrenzen hinweg werden fast ignoriert, selbst sehr spannungsreiche; beispielsweise ist bei Sequenzfolgen das Intervall zwischen letztem Ton der vorhergehenden und erstem der folgenden sequenzierenden Tongruppe weniger interessant als das Intervall, um das die Tongruppe in der Sequenzbildung verschoben wird.

In Nachahmung der Wahrnehmungsabläufe versuche ich in meinem Analyse-Programm für Tonfolgen (TFL_) eine mögliche Auswahl und Gliederung, die das innere Gehör vornimmt, nachzuvollziehen. Automatisieren lassen sich jedoch Gliederung und Ausschluß redundanter Elemente nicht. Es gibt keine absoluten qualitativen Merkmale für Töne, die sie als redundant abstempeln, d.h. die Folge vom vorhergehenden und die zum nachfolgenden Ton redundant erscheinen lassen. Noch weniger läßt sich über Gesetzmäßigkeiten zur Gliederung sagen, ausgenommen, sie orientiert sich an festen Perioden wie den verbreiteten Vier-Takt-Gruppen. Man kann sich nur durch unterschiedliche Auswahl- und Gliederungsverfahren an eine möglichst wahrnehmungsgetreue Analyse herantasten.

Welche Kriterien der Auswahl und Verarbeitung für Intervalluntersuchungen nützlich sein können, zeige ich durch einen Ausschnitt des Kommentarteils aus dem Analyseprogramm in Tafel 16. Den Anspruch auf Vollständigkeit erhebe ich nicht. Ich verzichte auch darauf, alles im einzelnen näher zu erläutern. Schließlich geht es hier um prinzipielle methodische Probleme, nicht um Einzelfragen. Allein die Mittelwertrech-

TAFEL 16 STEUERUNG DES TONFOLGENPROGRAMMS

```
/*      EINGABE DER STEUERUNG FUER TFL_N,TFL_A,TFL_Z
/*      STEUER-MOEGLICHKEITEN     IMPL.  EXPLIZITE ANWEISUNG
                                         KENNZ.  ANGABE
 1.ABSCHNITT                      GANZ   A       EP '-' EP
 2.ZAHL DER TONFOLGE              2      Z       ZAHL
     (INTERVALLFOLGE + 1)
 3.GROESSTE TONZAHL(IN TH)        ---    G       ZAHL
 4.RECHNUNG DER TONDAUERN         REL.   R       'ABS' ODER '2'
 5.INSTRUMENTE (AUSWAHL POS.)     ALLE   IP      INSTR.-BEZEICHNUNGEN
       "       (AUSWAHL NEG.)     ---    IN      INSTR.-BEZEICHNUNGEN
 6.BETONUNGS-(SCHWER-)PUNKTE      ---    S       EP(OH. TAKTNR.)','DTO.
     TOLERANZ                     ---    S-TO    DAUER (RELATIV)
 7.BEDINGUNGEN FUER ATTRIBUTE
     POSITIV VERBUNDEN            ---    BVP     ZAHLENREIHE(...,...)
     POSITIV WAHLWEISE            ---    BOP     S.O.
     NEGATIV VERBUNDEN            ---    BVN     S.O.
     NEGATIV WAHLWEISE            ---    BON     S.O.
 8.MINDESTLAENGE                  ---    ML      DAUER *
 9.VERBINDUNG VON FOLGETOENEN     ---    V       '&' (SONST '|')
10.UNTERBRECHUNG DER TONFOLGE
     DURCH LAENGERE PAUSEN
       MINDESTDAUER KONSTANT
         IN ZEITLAENGEN           2G     UP-ML   DAUER *
         IN TAKTEN                4      UP-MT   ZAHL
       MINDESTDAUER FLIESSEND
         GROESSER ALS MITTELWERT
         VORAUSGEHENDER TOENE     6      UP-MW   ZAHL ODER '-' (NICHT)
     DURCH LAENGERE TOENE         ---
       MINDESTDAUER KONSTANT
         IN ZEITLAENGEN           ---    UT-ML   DAUER *
         IN TAKTEN                ---    UT-MT   ZAHL
       MINDESTDAUER FLIESSEND
         GROESSER ALS MITTELWERT
         VORAUSGEHENDER TOENE     ---    UT-MW   ZAHL
       LAENGERER UNTERBR. TON AUCH
           ANFANG NEUER FOLGE     ---    UT-TW
11.MITTELWERTBERECHNUNG
     FUER UNTERBR. DURCH PAUSEN   6      UP-MW   S.O.
       MINDESTWERT                ---    UP-MD   DAUER *
       HOECHSTWERT                ---    UP-HD   DAUER *
     FUER UNTERBR. DURCH TOENE    ---    UT-MW   S.O.
       MINDESTWERT                ---    UT-MD   DAUER *
       HOECHSTWERT                ---    UT-HD   DAUER *
     MITTELWERTFAKTOREN           ---    MF      BRUCHZAHL (../..)
     MINDESTTONZAHLEN FUER
       MITTELWERT-WERTUNG         3,2    MT      ZAHL,ZAHL
12.ANFANGSPUNKT(E)                ---    AP      EP (OHNE TAKTNR) ',' .
     TOLERANZ                     ---    AP-TO   DAUER (RELATIV)
     TAKTGRUPPE, ANFANGSTAKT      ---    AP-TG   ZAHL ',' ZAHL
13.BEACHTUNG TL.STF               ---    F
14.ZEITDAUER DER TONFOLGE
     IN TAKTEN                    ---    ZD-T    ZAHL
     IN ZEITLAENGEN               ---    ZD-L    DAUER *
      MINDESTDAUER
       IN TAKTEN                  ---    ZD-MT   ZAHL
       IN ZEITLAENGEN             ---    ZD-ML   DAUER *
     (WENN TAKTZAHL ANGEGEBEN, WIRD ZEITDAUER HINZUGEZAEHLT)
15.EXPLIZITE ANGABE VON UNTERBRE-
     CHUNGSPUNKTEN(EINSCHNITTEN) ---  E       EP ',' EP ',' ...
  ( * -> ABHAENGIG VON RECHNUNGSART (R) )                          *
```

Abb. 11 I n t e r v a l l e (konsekutiv)
Honegger Pastorale d'été

A. Ordnung nach Intervallen

	8+8+ 2 ue	2		
	8+ 6 kl	2		
	8+ 5 r	14	')	x
	8+ 4 r	1		
	10 gr			
	10 kl	4	')	
	9 gr	14		x
	9 kl	1		
	8 r	23	')	x
	7 gr	3		
	7 kl	7		
	6 gr	4		
	6 kl	1		
aufwärts	5 r	42	')	x
aufwärts	5 vm	22	')	x
aufwärts	4 r	206		xxx
aufwärts	3 gr	37		x
aufwärts	3 kl	113		xx
aufwärts	2 gr	878	')	xxxxxxxxxx
aufwärts	2 kl	390	')	xxxxx
	1 r	1779		xxxxxxxxxxxxxxxxxx
abwärts	2 kl	474	')	xxxxxx
abwärts	2 gr	1093	')	xxxxxxxxxxx
abwärts	3 kl	104	')	xx
abwärts	3 gr	27		x
abwärts	4 r	146		xx
abwärts	5 vm	16	')	x
abwärts	5 r	43		x
abwärts	6 kl	8		
abwärts	6 gr	7		
abwärts	7 kl	6		
abwärts	7 gr	3	')	
abwärts	8 r	10		x
abwärts	9 kl			
abwärts	9 gr	9		
abwärts	10 kl	5		
abwärts	10 gr	4	')	
abwärts	8+ 4 r	2		
abwärts	8+ 5 r	15		x
abwärts	8+8+ 5 r	3		
		5518		

B. Ordnung nach Häufigkeit

1779	-	1
1091	-	2 gr ab
877	-	2 gr auf
449	-	2 kl ab
364	-	2 kl auf
206	-	4 r auf
146	-	4 r ab
113	-	3 kl auf
100	-	3 kl ab
43	-	5 r ab
41	-	5 r auf
37	-	3 gr auf
27	-	3 gr ab
26	-	1 ue (auf)
25	-	1 vm (ab)
22	-	8 r auf
20	-	5 vm auf
15	-	8+5r ab
14	-	9 gr auf, 5 vm ab
13	-	8+5r auf
10	-	8 r ab
9	-	9 gr ab
8	-	6 kl ab
7	-	7 kl auf, 6 gr ab
6	-	7 kl ab
5	-	10 kl ab
4	-	6 gr auf, 2 ue ab
3	-	10 kl auf, 7 gr auf 10 gr ab, 8+8+5r ab
2	-	8+8+2ue auf, 8+6kl auf, 4 ue auf, 3 vm ab, 4 ue ab, 7 gr ab, 8+4r ab
1	-	8+6dvm auf, 9 ue auf, 9 kl auf, 7 ue auf, 6 kl auf, 6dvm auf, 3 vm auf, 4due ab, 8 vm ab, 8+4r ab
		51 Intervalle

Mittel der Häufigkeit: 108

') Enharmonisch gleiche Intervalle zusammengezählt; getrennte Zählung in Teil B

(dvm - doppelt vermindert
due - doppelt übermäßig)

Abb. 12 **I n t e r v a l l e** (konsekutiv)

J.S.Bach Kunst der Fuge Contrapunctus 1

A. Ordnung nach differenzierten Intervallen, Stimmen getrennt gezählt

	Intervall	Häufigkeiten 1.	2.	3.	4.St.	gesamt
	10 kl		1			1
	9 gr		1			1
	9 kl					
	8 r	1		1	1	3
	7 gr					
	7 kl	1			1	2
	6 gr	3	2			5
	6 kl	5	5	2	1	13
	5 r	4	6	2	6	18
aufwärts	5 vm		1			1
	4 r	15	28	27	13	83
	4 vm	1		1		2
	3 gr	3	1	3	1	8
	3 kl	17	8	2	4	31
	2 gr	24	27	30	31	112
	2 kl	40	29	37	29	135
	1	4	5	5	3	17
	2 kl	36	38	25	27	126
	2 gr	35	44	25	31	135
abwärts	3 vm			1		1
	3 kl	29	24	24	19	96
	3 gr	3	11	8	9	31
	4 vm			1		1
	4 r	1	4	5	3	13
	5 vm	4	4	4	2	14
	5 r	11	8	8	1	28
	6 kl			1		1
	6 gr		1		1	2
	7 vm	2	1			3
	7 kl	2				2
	7 gr					
	8 r		2		2	4
	9 kl					
	9 gr					
	10 kl					
		241	251	212	185	889
(ohne 1:		237	246	207	182	872)

B. Ordnung nach undifferenzierten Intervallen

	Inv.	Hfk.
	10	1
	9	1
	8	3
	7	2
	6	18
	5	19
aufwärts	4	85
	3	39
	2	247
	1	17
	2	261
abwärts	3	128
	4	14
	5	42
	6	3
	7	5
	8	4
	9	
	10	
		889

zu Abb. 12

C. Ordnung nach Häufigkeit,
Berechnung der Wahrscheinlichkeit P, der Information I und der mittleren Information IM,
Ermittlung der Entropie und Redundanz

Intervall	Hfk.	P	I	IM
2 kl auf	135	o.152	2.719 (bit)	o.413
2 gr ab	135	o.152	2.719	o.413
2 kl ab	126	o.142	2.818	o.4oo
2 gr auf	112	o.126	2.989	o.377
3 kl ab	96	o.1o8	3.211	o.347
4 r auf	83	o.o93	3.421	o.319
3 kl auf	31	o.o35	4.842	o.169
3 gr ab	31	o.o35	4.842	o.169
5 r ab	28	o.o31	4.989	o.157
5 r auf	18	o.o2o	5.626	o.114
1	17	o.o19	5.7o8	o.1o9
5 vm ab	14	o.o16	5.989	o.o94
6 kl auf	13	o.o15	6.o96	o.o89
4 r ab	13	o.o15	6.o96	o.o89
3 gr auf	8	o.oo9	6.796	o.o61
6 gr auf	5	o.oo6	7.474	o.o42
8 r ab	4	o.oo4	7.796	o.o35
7 vm ab	3	o.oo3	8.211	o.o28
8 r auf	3	o.oo3	8.211	o.o28
7 kl auf	2	o.oo2	8.796	o.o2o
4 vm auf	2	o.oo2	8.796	o.o2o
6 gr ab	2	o.oo2	8.796	o.o2o
7 kl ab	2	o.oo2	8.796	o.o2o
1o kl auf	1	o.oo1	9.796	o.o11
9 gr auf	1	o.oo1	9.796	o.o11
5 vm auf	1	o.oo1	9.796	o.o11
3 vm ab	1	o.oo1	9.796	o.o11
4 vm ab	1	o.oo1	9.796	o.o11
6 kl ab	1	o.oo1	9.796	o.o11
29 Inv.	889	1.ooo	3198.o39	3.599

Maximale Entropie: 4.856

Effektive Entropie: 3.599

Redundanz: 25.91 %

Abb. 13 **I n t e r v a l l e** (konsekutiv)

Webern 5 Stücke op.10 5.Stück

A. Intervalle und Häufigkeit ("traditionelle" Zählung)

11 r	1	1
9 gr	1	1
9 kl - 8 ue	0 - 1	1
8 r		
7 gr - 8 vm	0 - 1	1
7 kl		
6 gr	2	2
6 kl	1	1
5 r	1	1
5 vm - 4 ue	1 - 1	2
4 r	3	3
3 gr - 4 vm	1 - 2	3
3 kl	2	2
2 gr	3	3
2 kl - 1 ue	8 - 1	9
1	----	
2 kl - 1 vm	8 - 1	9
2 gr	1	1
3 kl - 2 ue	3 - 1	4
3 gr - 4 vm	2 - 1	3
4 r	2	2
4 ue	1	1
5 r	1	1
6 kl	3	3
6 gr		
7 kl		
7 gr	6	6
8 r		
9 kl - 8 ue	3 - 1	4
9 gr	1	1
8+ 6 kl	1	1
25 Intervalle belegt (Primen nicht gezählt)		64

B. Tonzahl in Intervallfolgen

Tonzahl	Häufigkeit
2	14
3	11
4	3
7	1
9	1
Einzeltöne	27
Einzelakkorde	15

C. Ausdehnung der Intervallfolgen

a) Intervall zwischen Anfangs- und Endton

8+ 6 kl	1	1
10 kl	2	2
5 vm	1	1
2 gr	1	1
2 kl	5	5
1	3	3
2 kl	4	4
2 gr	3	3
3 gr - 4 vm	2 - 1	3
4 r	1	1
6 gr	1	1
7 kl	1	1
7 gr	1	1
9 kl - 8 ue	1 - 1	2
9 gr	1	1
10 gr	1	1
8+ 5 r	1	1
8+ 6 gr	1	1

b) Maximum der Ausdehnung bei 3- und mehr-tönigen Folgen

8+ 7 gr	2	2
8+ 6 gr	1	1
8+ 5 r	1	1
10 gr	1	1
10 kl	2	2
9 kl - 8 ue	1 - 1	2
7 gr	1	1
5 vm	1	1
2 gr	3	3

E. Entropie und Redundanz nach Werten aus

	A	D
Hmax =	4.644	5.524
Heff =	4.308	4.867
R =	0.336	0.658
r =	7.22 %	11.91 %

zu Abb. 13

D. Intervalle und Häufigkeit (Computerzählungen)

a) keine Auswahl, Unterbrechung der Tonfolge durch Pausen der Mindestdauer H.

b) Unterbrechung der Tonfolge wie bei a, Zählung der Fortschreitungen zwischen den Tönen auf den Schwerpunkten des Takts (Beginn jedes vollen Viertels)

aufwärts			abwärts	
b	a		a	b
1	1	8+8+8+4ue		
	1	8+8+ 8ue		
1	1	8+8+ 5ue	1	1
	1	8+8+ 4r		
2	1	8+8+ 3gr		
1		8+8+ 3kl	1	
	1	8+8+ 2gr		
1	1	8+ 8 r		
		8+ 7 gr	2	2
2		8+ 7 kl	1	1
2	2	8+ 6 gr		2
1	1	8+ 6 kl	1	
	1	8+ 5 r		
1	2	8+ 4 ue	1	1
	1	8+ 4 r		
		10 gr	1	1
1	1	10 kl		
	1	9 gr	1	
	1	9 kl	6	4
		8 r	2	
	1	7 gr	7	2
		7 kl	1	2
1	3	6 gr	1	3
1	1	6 kl	5	1
1	1	5 r	3	2
2	4	5 vm	3	3
2	4	4 r	8	5
2	4	3 gr	2	1
1	10	3 kl	12	4
3	7	2 gr	5	2
13	14	2 kl	13	9
29	32	1		

a) 47 Intervalle, 175 Tonfolgen

b) 38 Intervalle, 116 Tonfolgen

nung halte ich für besonders erwähnenswert als einen Versuch, Phrasierung und Gliederung in Tonfolgen der Musik des Barock und der Klassik nach quantitativen Eigenschaften der Tondauernfolge zu bestimmen.

6.2.2 Intervalle

In Abbildung 11 ist das Ergebnis einer recht undifferenzierten Zählung sämtlicher in Honeggers Pastorale d'6t6 auftretenden Intervalle zu sehen. Es wurden alle Intervalle aus jeder Stimme erfaßt; kein Ton wurde ausgeschlossen. Die Tonfolge galt lediglich durch Pausen der Dauer einer Halben Note oder mehr als unterbrochen. Der Mangel an Differenzierung scheint im Widerspruch zu den im vorhergehenden Abschnitt geäußerten Gedanken zu stehen. Für eine unterschiedslose Zählung spricht jedoch, daß trotz aller Auslesevorgänge während der Wahrnehmung die Gesamtsumme der musikalischen Ereignisse relevant bleibt. 5518 Intervalle wurden im linearen Verlauf registriert. Allein 1779 entfallen davon auf die reine Prim. Nur 8 Intervalle sind neben der Prim etwa mit der Häufigkeit des Mittels (108) oder öfter vertreten. Auffällig finde ich die Symmetrie der Verteilung: in der Häufigkeitsliste (Abb. 11, B) folgen auf die Prim nicht weniger als 7 Intervallpaare, d.h. gleiche Intervalle verschiedener Richtung; wenn danach die Regelmäßigkeit der Folge unterbrochen wird, ist die Häufigkeitsrate bereits auf ein unwichtiges Maß (unter 0.5%) gesunken. Diese Fakten zeugen von der stark konstruktiven, an Symmetrien orientierten Kompositionshaltung Honeggers auch in diesem für ihn nicht so sehr typischen Werk. Oder soll man annehmen, daß solche Art gleichmäßiger Intervallvorkommen sich zwangsläufig aus wesentlichen Eigenschaften der Musik, dem Wechsel von Spannung und Lösung, dem Gegensatz von Auf- und Absteigen ergibt?

In Bachs Contrapunctus 1 (Abb.12) beschränkt sich die symmetrische Verteilung auf die Sekund-Intervalle. Starke Abweichungen ergeben sich jedoch bei kleiner und großer Terz, reiner Quart, kleiner Sext und verminderter Quint. Auch wenn man der Tonartgebundenheit wegen die Unterscheidung von großen und kleinen Intervallen unterläßt und Intervalle gleichen Namens zusammenfaßt (Abb.12, B), kommt man zu keinem ähnlich von Symmetrie kündenden Ergebnis wie bei Honegger. (Zweifellos sind Vergleiche solcher Art nicht unproblematisch, aber im Zuge der Methodendemonstration eben bedingt durch die Materialauswahl.)

Die Symmetrie der Intervallverteilung kommt jedoch im 1.Satz der Symphonie Mathis der Maler von Hindemith wiederum zum Vorschein (ohne Abbildung). Erwartungsgemäß dominieren auch hier große Sekund (abwärts 22.2, aufwärts 18.9 %) und kleine Sekund (ab 11.1, auf 6.2 %); die deutliche Bevorzugung chromatischer Gänge abwärts findet in der Häufigkeit der kleinen Sekund abwärts ihren Niederschlag. Es folgen kleine Terz (auf 5.7 und ab 4.9 %), reine Quart (ab 4.4, auf 4.3 %) und reine Quint (ab 2.9, auf 2.7 %), letztere etwa gleich häufig wie die große Terz abwärts (2.8 %), während nur 1.5 % der Inter-

valle aufwärtsgerichtete kleine Terzen sind. Die Ähnlichkeit der Zahlen bei Hindemith und Honegger ist interessant, nicht mehr. Aus den wenigen Ergebnissen sind keine Aussagen über Charakteristika des persönlichen Stils der Komponisten oder des Zeitstils schlüssig abzuleiten.

Trotz aller Zweifel an der Nützlichkeit des Vergleichs verschiedenartiger Werke reizt es doch, den Analysen über tonalitätsbezogene Musik eine über ein Stück "freier Atonalität" - was immer man darunter verstehen mag - gegenüberzustellen. Alle Intervalle, die Webern in seinem 5.Stück aus op.10 verwendet, bilden die kleine Liste in Abbildung 13, Teil A. Wesentliche neue Erkenntnisse über den Stil Weberns scheinen sich daraus kaum ablesen zu lassen. Aber: Die Liste beruht auf einer Zählung in traditioneller Art; sie wurde verfertigt von einem praktisch Musik Ausübenden, der die Noten einer Partitur sofort in Zusammenhänge setzt und sie gliedert, wie es die Vorbereitung der Realisation einer Aufführung erfordert. Ob aber die vom Musiker in die Partitur hineingedachte und die Interpretation beeinflussende Gliederung tatsächlich bis zum Hörer (ohne Partitur) vorzudringen vermag, halte ich für fraglich. (Als Hörer verstehe ich den Hörerfahrenen, nicht den durchschnittlichen Klangkonsumenten.) In Teil D der Abbildung 13 stelle ich, als Auswahlvergleich gedacht, der Zählung des Musikers die des Computer-Programms gegenüber, die wahrscheinlich zuverlässiger alle Tonfolgen erfaßt, die an den Hörer herantreten, der ja die Gliederungsprinzipien Webernscher Musik erst während des Wahrnehmens zu entdecken hat. In der Computer-Zählung erhöht sich die Zahl der identifizierten Tonfolgen auf fast das Dreifache, die Zahl der ermittelten Intervalle liegt nahezu doppelt so hoch. Denn das Zählverfahren bringt viele einzeln stehende Töne, die der Musiker als singuläre Ereignisse ansah, mit einem zeitlich benachbarten Ton in Verbindung, - was der Hörer sicher ebenfalls versucht.

Die Computer-Zählung macht auch offenbar, wie wenig an Ausgleich zwischen Spannung und Lösung in Weberns Musik enthalten ist. Ob er dieses Prinzip bejahte, sei dahingestellt[73]. Meistens pflegt man Spannung und Lösung nur im Harmonischen zu suchen und zu begründen, im Melodischen ist solcherart Gegensatz aber ebenso notwendig. Nur wenige Intervalle, die im melodischen Verlauf eine entspannende Wirkung zu vermitteln vermögen, - ein geeignetes musikalisches Umfeld vorausgesetzt -, erscheinen mit einer gewissen Häufigkeit. Bereinigt man die relativ hohen Zahlen der kleinen Terzen auf- und abwärts noch um jeweils -8, weil sie der peinlich genauen Auszählung eines Tremolos im Violoncello (T.7, vgl.5.542.7) entstammen, erscheint das Gleichgewicht noch mehr gestört.

6.2.3 Informationsmaße

Es gibt gute Gründe dafür, in der Musik Spannung mit Information, Lösung mit Informationsergänzung, d.h. Redundanz gleichzusetzen. Was liegt näher, als die Analyse-Werte den informationstheoretischen Rechenformeln von Shannon/Weaver[74] zu unterwerfen?

Shannon definiert die Information I als Maß der Unwahrscheinlichkeit. Demnach ist sie eine Funktion der Wahrscheinlichkeit p, die ihrerseits abhängig ist von der Anzahl gleichartiger Ereignisse m_i in der Gesamtzahl der Ereignisse N. Die Wahrscheinlichkeit des Ereignisses A_i errechnet sich nach

$$p(A_i) = \frac{m_i}{N}$$

und die Information $I(A_i)$ dieses Ereignisses wird mit

$$I(A_i) = - \log 2\ p(A_i) \text{ bit}$$

bemessen.

Da die Information $I(A_i)$ mit der Wahrscheinlichkeit $p(A_i)$ eintreten wird, ist die mittlere Information $\overline{I(A_i)}$ das Produkt aus Information und Wahrscheinlichkeit:

$$\overline{I(A_i)} = - p(A_i) \cdot \log 2\ p(A_i) \text{ bit}$$

Die mittlere Information der gesamten Nachrichtenquelle, die (effektive) Entropie H (oder H_{eff}) summiert sich aus der mittleren Information aller (n) Ereignisarten:

$$H_{eff} = - \sum_{i=1}^{n} p(A_i) \cdot \log 2\ p(A_i) \text{ bit}$$

Die maximale Entropie H_{max} wird dann erreicht, wenn die Wahrscheinlichkeit für alle Ereignisse gleich groß ist. Sie ist nur von der Zahl der möglichen Ereignisarten abhängig:

$$H_{max} = \log 2\ n$$

Die Redundanz R, die "Weitschweifigkeit" (Maser) einer Nachricht, von mir lieber als Informationsergänzung und -kontrolle angesehen, ist entweder als Unterschiedsbetrag zwischen effektiver und maximaler Entropie zu verstehen

$$R = H_{max} - H_{eff}$$

oder als relative Redundanz r normiert

$$r = \frac{H_{max} - H_{eff}}{H_{max}} \cdot 100\ \% = \frac{R}{H_{max}} \cdot 100\ \%$$

Nach diesen Formeln wurden die Informations- und Entropiewerte für eingliedrige Intervalle in Bachs Contrapunctus 1 berechnet (Abb.12, C).

Welche Aussagekraft hat nun ein solchermaßen errechneter Wert wie z.B. der der Redundanz von 25.91 %? Im streng informationstheoretischen Sinn bedeutet die Zahl, daß im Schnitt jedes 4. Intervall "überflüssig", d.h. für das Erkennen der Nachricht nicht notwendig ist [75]. Diese Definition der Redundanz, die im technischen Bereich durchaus sinnvoll ist, kann für Kunstwerke jedoch keinesfalls gelten, da ein Kunstwerk nur als Ganzheit ein Kunstwerk bleibt und eine Verstümmelung einer Vernichtung des Gesamtwerks gleichkommt. (Es mag sein, daß es tatsächlich gelingt, aus einer Tonquelle, die das Werk Bachs undeutlich, mit einer Unkenntlichkeitsrate von 25 %,

wiedergibt, das Werk als solches wiederzuerkennen; eine Perzeption des künstlerischen Gehalts ist auf diese Weise ausgeschlossen.)

Die Schwierigkeiten, die sich aus der Übertragung technischer Formeln und Definitionen auf Gegenstände der Kunst ergeben, sind den Wissenschaftlern, die sich mit der Informationsästhetik befaßten, nicht verborgen geblieben. Birkhoff [76]) entwikkelte den Gedanken eines ästhetischen, quantifizierten Maßes M, das sich aus dem Verhältnis der dargestellten Ordnung O zum materiellen Aufwand, der Komplexität C, herleitet:

$$M = O/C$$

Bense versucht in Zusammenarbeit mit Moles und Gunzenhäuser, die mikroästhetische Komplexität in Analogie zur statistischen Information, der Entropie H (H_{eff}), zu setzen und die mikroästhetische Ordnung folgerichtig mit dem Betrag der statistischen Redundanz gleichzusetzen [77]). Die Birkhoff'sche Formel für die makroästhetische Maßfunktion

$$M_{\ddot{A}} = f(O/C)$$

wandelt Bense in die Formel der mikroästhetischen Maßfunktion

$$M_{\ddot{a}} = f(R/H)$$

um. Das mikroästhetische Maß beschreibt er als Selektionsmaß für einen ästhetischen Zustand.

Obwohl das mikroästhetische Maß keine Bezeichnung der Qualität, sondern nur quantitativer Eigenschaften des künstlerischen Objekts sein soll, bleibt es unbefriedigend, mit wachsender Ordnung den $M_{\ddot{a}}$-Wert stetig steigen und mit schwindender Ordnung nach $\emptyset$ streben zu sehen. In Bezug auf die Intervallverwendung ergibt sich für den Contrapunctus 1 von Bach das mikroästhetische Maß 0.2591, für Weberns op.10/5 0.1191; ein Schlager, dessen Redundanz man mit gut 50% veranschlagen darf, würde den Meßwert 1 oder höher erreichen. Ich möchte nicht die vergebliche Suche nach einem idealen "Goldenen Schnitt der Musik" aufnehmen, aber ich glaube, daß aus der ästhetischen Dichotomie Ähnlichkeit und Gegensatz, u.a. repräsentiert durch Ordnung/Redundanz sowie Komplexität/Entropie, konsequent auf die Existenz eines idealen mikroästhetischen Maßes geschlossen werden kann. Denn bei Überwiegen der Ähnlichkeit (Ordnung), in der Wirkung als Banalität oder Langeweile zu registrieren, entfernt sich das künstlerische Werk ebensosehr vom Idealzustand wie entgegengesetzt durch die Hervorhebung des Gegensätzlichen, deren Folge bei Überschreitung einer gewissen Grenze die Nicht-Akzeptabilität (vgl. 1.2.32) ist [78]). Das mikroästhetische Maß $\emptyset$ interpretiere ich bedenkenlos als Zeichen des Nicht-Akzeptierbaren; welcher Wert den optimalen Zustand signalisiert, der ein Maximum an Information/Innovation bei voller Wahrnehmungstauglichkeit garantiert, läßt sich nur vermuten. Der Grad der Abweichung des mikroästhetischen Zustands ($M_{\ddot{a}}$) vom idealen, wenn auch kaum genau bestimmbaren Zustand (S) ließe sich nach der neuen Formel

$$M_{\ddot{a}w} = d(M_{\ddot{a}}, S)$$

Abb. 14 **E n t r o p i e b e r e c h n u n g e n**

Bereich: eingliedrige Intervallfolgen

Werk	N x)	M	H_{max}	H_{eff}	r (%)
Hindemith Mathis					
a) alle Instrumente					
T. 1 - 39 excl.	39	1063	5.285	3.530	33.21
ganzes Werk	86	8056	6.426	3.767	41.37
b) nur führende Instrumente					
T. 1 - 39 excl.	26	442	4.700	3.380	28.09
ganzes Werk	86	3690	6.426	4.229	34.19
Honegger Pastorale ohne Verdopplungen in Streicherstimmen					
T. 1 - 48 excl.	32	938	5.000	2.903	41.94
T. 48 - 108 excl.	39	1487	5.285	3.064	42.03
T. 108 - Ende	30	570	4.907	3.186	35.07
ganzes Werk	51	2995	5.672	3.146	44.53

x) Primen nicht gezählt; Intervalle diatonisch erfaßt, dadurch ggf. enharmonisch gleiche Intervalle getrennt gezählt und Wert in N eigentlich zu hoch

M i k r o ä s t h e t i s c h e M a ß e

Werk	$M_{ä}$ y)	$M_{äw}$
Bach Contrapunctus 1	0.2591	0
Hindemith Mathis		
b) s.o.	0.2809	2.18
	0.3419	8.28
Honegger Pastorale s.o. ganzes Werk	0.4453	18.62
Webern op.10/5	0.1191	14

y) Da Bense die Formel nicht präzisiert, nehme ich als $M_{ä}$ den redundanten Anteil (= r/100)

messen, die etwa durch den Euklidischen Abstandsbegriff

$$M_{äw} = (r-s)^2$$

präzisiert werden kann, wobei die Redundanz R durch die relative Redundanz r ersetzt wird und auch der Zustand S in s eine Relativierung erfahren muß.

Resultate praktischer Anwendung informationstheoretischer Rechnungen sind in Abbildung 12, Teil C, Abbildung 13, Abschnitt E, sowie Abbildung 14 zu sehen. Die Ergebnisse unterliegen starken Schwankungen, je nachdem, welche Auswahl bei der Zählung vorgenommen wurde. Wie man an Hindemith sieht, erhöht sich die Redundanz allein schon durch die im modernen Orchestersatz nötigen Verdopplungen in den Instrumentalstimmen, die eine mehrfache Zählung des gleichen Intervalls in verschiedenen Stimmen bewirken. Da mich jedoch weniger die satztechnische Redundanz interessiert als die des kompositorischen Kerns, versuche ich, durch Auswahl bestimmter führender Instrumente möglichst viele der Verdopplungen aus der Auswertung herauszuhalten.

(Ein nicht ganz unernstes Rechenspiel sei erlaubt (Abb.14): Würde man der Musik Bachs den mokroästhetischen Idealzustand zuerkennen, wäre die Abweichung bei Hindemith nicht allzu stark, bei Webern und Honegger sehr deutlich.)

Trotz allen (mathematisch-)ästhetischen Reizes und trotz aller unverkennbaren Bezüge der errechneten Zahlen zu den kompositorischen Strukturen, d.h. Zuständen, kann ich meine Bedenken gegen informationstheoretische Kalkulationen nicht verhehlen. Natürlich - ich darf das wiederholen - sind die Ziffern nur Indiz für den Zustand des Materials, nicht Aussage oder gar Beweis für oder gegen die Qualität der Idee, die im Material ruht. Aber sind die Grundlagen für die richtige Anwendung der genannten Formeln wirklich gegeben? Eigentlich muß man die Frage verneinen. Denn die Vorstellung von der Berechenbarkeit des Informationsgehalts geht von der Unabhängigkeit der betrachteten Ereignisse aus. Welches der erfaßten Intervalle ist nicht abhängig von anderen Ereignissen in seinem musikalischen Umfeld? Nicht einmal bei Webern dürfte solche Unabhängigkeit anzutreffen sein. Wie soll man die Abhängigkeit der Intervall-Ereignisse von anderen Vorgängen im harmonischen und rhythmischen Geschehen ermitteln und qualifizieren? In der Serie Shannon/Weaver'scher Formeln gibt es einige, die die Abhängigkeit der Ereignisse berücksichtigen (vgl. 6.2.4), aber alle fußen letztlich auf Berechnungen über unabhängige Elemente, die zu entdecken in der Musik so schwer fällt.

Die differenzierende Wertung des den Rechenoperationen zuzuführenden Materials ist Shannon nicht fremd. Er unterscheidet zwischen notwendigen, keine Information tragenden Zeichen ($p = 1$) und anderen, informativen [79]. Hartley's Auffassung von der Information als Grad der Unvorhersehbarkeit steht der Definition Shannon's nahe [80]. Welche Zeichen, deren sich der Komponist bedient, sind notwendig, sind vorhersehbar? Ihnen müßte a priori ein geringerer Informationswert zugestanden werden als der durch die übliche Berechnungsmethode ermittelte. Beispielsweise hätte ein Sekundschritt abwärts, der als

Auflösung eines dissonanten Zusammenklangs im strengen kontrapunktischen Satz vorhersehbar, d.h. voraushörbar ist, kaum noch informative Bedeutung.

Nicht weniger Ungenauigkeiten sind bei der Berechnung der Entropie und Redundanz der Intervall-Ereignisse unumgänglich. Shannon errechnet die maximale Entropie ausschließlich aus der Zahl der Ereignisarten. Wieviele Ereignisarten sind aber im Fall der musikalischen Intervalle anzunehmen? Nur die, die tatsächlich Verwendung finden, oder auch die, die der Komponist hätte benutzen können, aber, aus welchen Gründen immer, ausgespart hat? Sicher sind nicht alle der mindestens 72 Intervallschritte in beiden Richtungen als verfügbar anzusehen, aber sollte man nicht grundsätzlich von der Zahl aller in einer Epoche als verwendbar geltender Intervalle, die leider unbekannt ist, ausgehen?

Begründet sich die Informationskraft eines Ereignisses wirklich nur in seinem quantitativen Verhalten, also in der Relation seiner Häufigkeit zu der anderer Ereignisse? Könnte die Informationsstärke bzw. -schwäche einer Ereignisart nicht prädestiniert sein? Sind die Sekundschritte deshalb so unbedeutend als Informationsträger, weil sie in Mengen auftreten, oder muß ein Komponist sie notwendigerweise als Redundanzträger in die Komposition einbringen? Die Beobachtung spontanen Musizierens spricht für die vorgegebene Redundanzeigenschaft der Sekund.

Fragen über Fragen sind aufgeworfen, auf die erst nach und nach, durch Sammlung und Auswertung vielfältigen musikalisch-statistischen Materials, Antworten gefunden werden können. Für mich sind sie Grund genug, von der Ausführung mathematischer Berechnungen, zumindest von allzu intensiver Deutung der Ergebnisse, vorerst abzusehen. Ich halte aber die Kerngrundsätze über Informationen und Zustände von Nachrichten, die sich in den Formeln niedergeschlagen haben, für absolut richtig.

6.2.4 Intervallketten

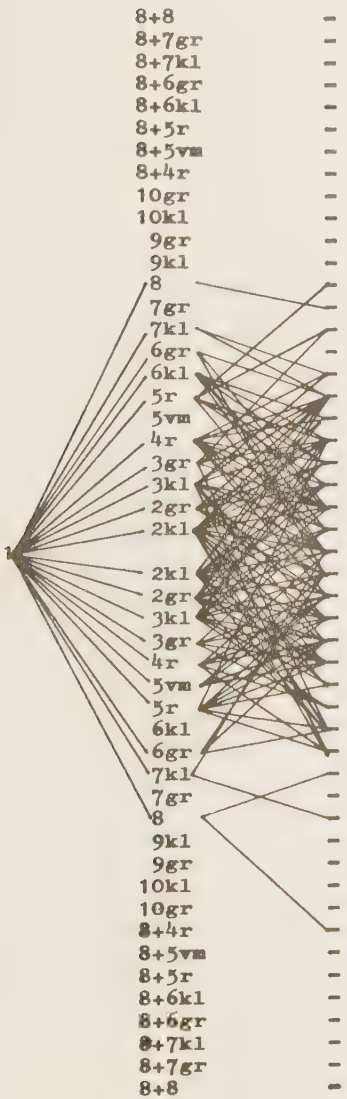
Die Informationstheoretiker widmen mit Recht der Verbindung von Ereignissen innerhalb einer Nachricht besondere Aufmerksamkeit. Im Mittelpunkt des Interesses steht die Suche nach Gesetzmäßigkeiten der Verknüpfung von Ereignissen.

Die Untersuchung von Intervallketten ist nicht neu. Fucks präsentiert Übergangsmatrizen von konsekutiven Intervallpaaren [81], erstellt mit den bereits bekannten Einschränkungen. Kupper [82] bietet einige Beispiele aus Recherchen, die er als Vorbereitung für Computer-Kompositionen unternahm; ob er viel oder wenig Material auswertete, ist nicht feststellbar.

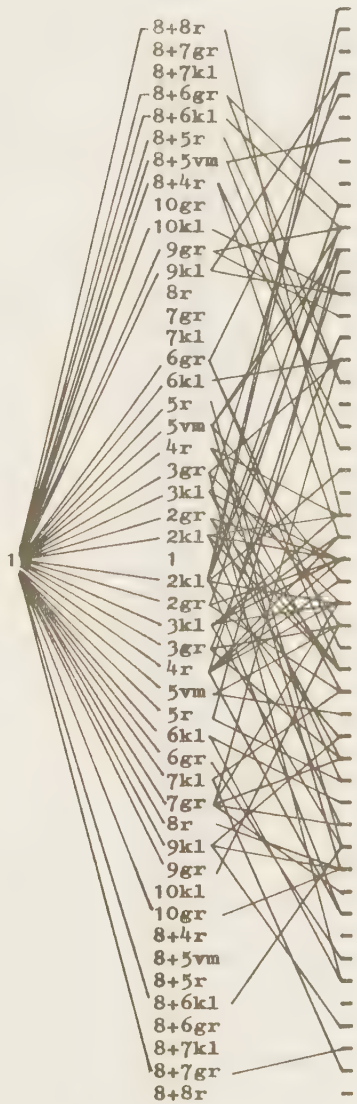
Neu ist, daß sich mit der EDM-Methode Intervallketten auch großer Länge aufzeichnen lassen. Mein Programm TFL_ (Tonfolgen) ermittelt Intervallketten ebenso leicht wie die bisher vorgestellten Einzelintervalle (vgl. Tafel 16). Die Grenze von 63 aufeinander folgenden Intervallen (= 64 Töne) erreichte ich noch in keiner Analyse.

Abb. 15 I n t e r v a l l f o l g e n (zweigliedrig)

Bach Contrapunctus 1

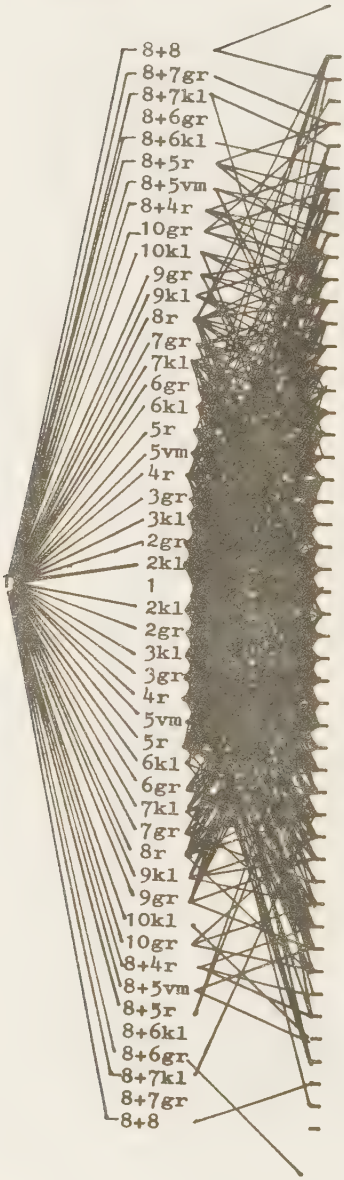


Webern op.10/5

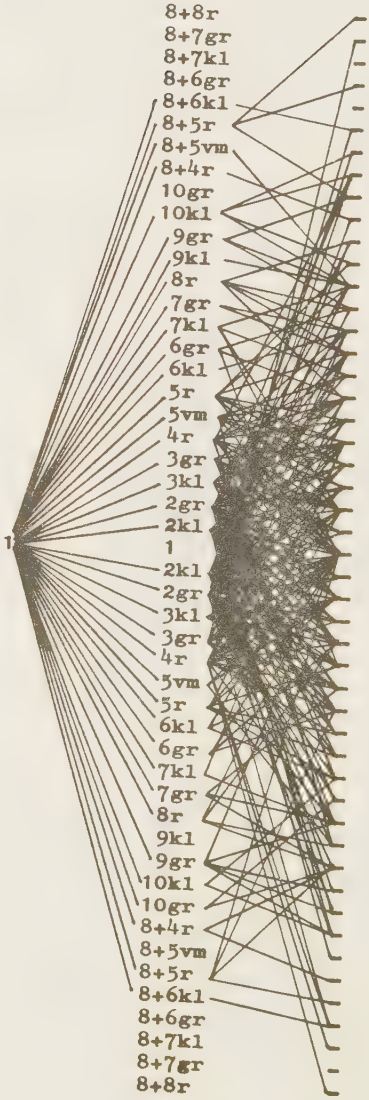


zu Abb. 15

Hindemith Symphonie Mathis



Honegger Pastorale



Lange Ketten bieten also keine Probleme der Erfassung, wohl aber der Darstellung. Darum liegt die Beschränkung auf darstellbare, zwei- und dreigliedrige Ketten nahe.

In Abbildung 15 stelle ich die in Bachs Contrapunctus 1 gefundenen Intervallpaare denen aus Weberns op.10/5 gegenüber. Der ohnehin eindrucksvolle Kontrast erscheint noch stärker, wenn man weiß, daß jede Intervallfolge bei Webern nur einmal erscheint. (Vom Computer ausgedruckte Doppelnennungen (o.Abb.) beruhen auf instrumentationsbedingten Oktavverdopplungen (T.8) bzw. auf dem schon erwähnten Tremolo (T.7).) Bei Bach verdichtet sich die Häufigkeit in graphisch nicht wiederzugebender Weise gegen die Mitte hin. Während bei Weberns Intervallketten kaum eine Regelmäßigkeit der Folge erkennbar ist, fällt bei Bach die Bevorzugung der Richtungsänderung, besonders nach größeren Sprüngen, auf (vgl. S.178).

Die zweite Seite der Abbildung 15 enthält gleichartige Zusammenstellungen der Möglichkeiten für zweigliedrige Intervallketten bei Hindemith und Honegger. Wegen der hohen Zahl der Intervallverbindungen konnte wiederum die Häufigkeit nicht im Bild sichtbar gemacht werden. Die höhere Symmetrie im Diagramm über Hindemith steht in gewissem Widerspruch zu den Ausführungen über symmetrische Intervallverteilungen bei Honegger (Kap. 6.2.2). Deutungen der Skizzen zum Intervallrepertoire versuche ich nicht.

Bachs Contrapunctus 1 untersuchte ich auch nach längeren Intervallketten, u.a. mit den Tonfolgezahlen 5 und 9, die 4 bzw. 8 aufeinanderfolgenden Intervallen entsprechen. Die Abbildung 16 zeigt den Kern der Ergebnisse. 576 Vierergruppen wurden gezählt, nur wenige (117) traten mehrmals in Erscheinung. Die höchste Wiederholungsquote erreichten Sekundgruppierungen, die geringste (in der Abbildung nicht aufgeführt) u.a. Gruppierungen mit oft sehr "informativen" Einzelintervallen, die Ketten mit dem thematischen Material nehmen die Mitte der Tabelle ein. Die Verteilung des Themas auf mehrere Folgen erklärt sich aus der Zählmethode: von jedem Ton des Werkes aus wurden die nächsten vier Intervalle erfaßt. Die Definition der Information als Maß der Unvorhersagbarkeit erfährt durch den Befund eine Bekräftigung. Das Vorhersehbare, Häufige - die Sekundschrittverbindungen - widersteht trotz aller Wiederholungen intensiver Wahrnehmung, da es kaum Information birgt. Das Informative, von der Art her Ungewöhnliche, bleibt nicht als Information im Gedächtnis, wenn die Wiederholung, die Bestätigung der Information fehlt. Das thematisch Wichtige, Strukturbestimmende erscheint jedoch so häufig, daß es sich im Gedächtnis eingraben kann, indessen nicht so oft, daß es als vorhersehbar und infolgedessen als uninformativ eingestuft werden müßte. Die Analyse erhellt, warum einigermaßen Hörgeübte eine Fuge, d.h. überhaupt Musik in strukturelle und komplementäre Elemente zu zergliedern imstande sind. Natürlich hat der Hörer dazu weitere Hilfen, vor allem durch die Information aus den Tondauern. Würde man die Tondauernfolge in gleicher Weise wie die Intervallfolge ermitteln und auflisten, erhielte man - ich bin dessen sicher - eine ähnliche Verteilung: nicht an der Spitze der Liste,

Abb. 16 **Intervallketten (4-fach)**
Auswahl der häufigsten Ketten
Bach Kunst der Fuge Contrapunctus 1

INTERVALLE
NACH HAEUFIGKEIT GEORDNET (NUR MEHRMALIG AUFTRETENDE)

BACH KUNST DER FUGE CONTRAPUNCTUS 1
ABSCHNITT: 1

HFT	NR	INTERVALLFOLGE																							
12	2	1	1	1	2	1	1	1	2	+ 2KL	+ 2GR	+ 2KL	+ 2GR	#C:	6	#F:	2	#G:	4						
11	505	-1	-1	1	1	1	2	1	1	- 2KL	+ 2KL	+ 2GR	+ 2KL	D:	6	G:	1	A:	4						
10	85	1	2	1	1	1	2	-1	-2	+ 2GR	+ 2KL	+ 2GR	- 2GR	D:	6	G:	1	A:	3						
10	151	1	2	-1	-2	-1	-1	-1	-2	+ 2GR	- 2GR	- 2KL	- 2GR	C:	1	F:	7	#B:	2						
10	430	-2	-3	-1	-1	1	1	1	2	+ 3KL	- 2KL	+ 2KL	+ 2GR	C:	3	F:	6	#B:	1						
9	476	-1	-2	-1	-2	-1	-1	-1	-2	- 2GR	- 2GR	- 2KL	- 2GR	D:	3	A:	6								
8	359	-2	-4	-2	-3	-1	-1	1	1	- 3GR	- 3KL	- 2KL	+ 2KL	D:	1	E:	1	A:	6						
8	495	-1	-2	-1	-1	-1	-2	1	2	- 2GR	- 2KL	- 2GR	+ 2GR	C:	2	D:	1	G:	4	A:	1				
8	552	-1	-1	-1	-2	1	2	1	1	- 2KL	- 2GR	+ 2GR	+ 2KL	D:	1	F:	2	G:	1	A:	1	#H:	3		
8	571	-1	-1	-1	-2	-1	-1	1	1	- 2KL	- 2GR	- 2KL	+ 2KL	F:	7	#B:	1								
7	15	1	1	1	2	-1	-2	-1	-1	+ 2KL	+ 2GR	- 2GR	- 2KL	E:	6	A:	1								
7	218	3	5	-2	-3	1	1	-1	-1	+ 4RN	- 3KL	+ 2KL	- 2KL	C:	1	D:	3	E:	1	G:	1	A:	1		
6	149	1	2	-1	-2	-1	-2	-1	-1	+ 2GR	- 2GR	- 2GR	- 2KL	C:	3	D:	2	A:	1						
6	502	-1	-2	-1	-1	-1	-2	-1	-1	- 2GR	- 2KL	- 2GR	- 2KL	G:	6										
5	65	1	1	-1	-2	-1	-2	-1	-1	+ 2KL	- 2GR	- 2GR	- 2KL	#C:	4	#G:	1								
5	71	1	1	-1	-1	1	2	1	1	+ 2KL	- 2KL	+ 2GR	+ 2KL	D:	1	E:	1	#F:	1	A:	1	B:	1		
5	77	1	1	-1	-1	-1	-2	1	2	+ 2KL	- 2KL	- 2GR	+ 2GR	E:	3	A:	2								
5	255	4	7	-2	-4	-2	-3	-1	-1	+ 5RN	- 3GR	- 3KL	- 2KL	D:	4	A:	1								
5	368	-2	-3	1	1	3	5	-2	-3	- 3KL	+ 2KL	+ 4RN	- 3KL	D:	3	E:	1	G:	1						
4	124	1	2	3	5	-2	-3	1	1	+ 2GR	+ 4RN	- 3KL	+ 2KL	F:	1	G:	2	A:	1						
4	213	3	5	-2	-3	1	1	3	5	+ 4RN	- 3KL	+ 2KL	+ 4RN	A:	3	B:	1								
4	344	-2	-4	1	2	3	5	-2	-3	- 3GR	+ 2GR	+ 4RN	- 3KL	D:	1	A:	3								
4	381	-2	-3	1	1	-1	-1	3	5	- 3KL	+ 2KL	- 2KL	+ 4RN	C:	1	D:	1	G:	2						
4	525	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-2	- 2KL	+ 2KL	- 2KL	- 2GR	F:	1	#B:	3								
4	527	-1	-1	1	2	1	1	-1	-1	- 2KL	+ 2GR	+ 2KL	- 2KL	#E:	1	F:	1	G:	1	#B:	1				
3	14	1	1	1	2	-1	-2	-1	-2	+ 2KL	+ 2GR	- 2GR	- 2GR	B:	3										
3	26	1	1	3	5	-2	-3	1	1	+ 2KL	+ 4RN	- 3KL	+ 2KL	#C:	1	#G:	1	B:	1						
3	27	1	1	3	5	-2	-3	1	2	+ 2KL	+ 4RN	- 3KL	+ 2GR	E:	1	B:	2								
3	80	1	1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	+ 2KL	- 2KL	- 2GR	- 2KL	E:	2	A:	1								
3	83	1	2	1	1	1	2	1	2	+ 2GR	+ 2KL	+ 2GR	+ 2GR	D:	1	G:	2								
3	99	1	2	1	1	-1	-2	-1	-2	+ 2GR	+ 2KL	- 2GR	- 2GR	#F:	1	B:	2								
3	102	1	2	1	1	-1	-1	1	2	+ 2GR	+ 2KL	- 2KL	+ 2GR	D:	1	E:	1	A:	1						
3	144	1	2	-2	-3	1	1	-2	-3	+ 2GR	- 3KL	+ 2KL	- 3KL	D:	2	F:	1								
3	177	2	3	-1	-1	-1	-2	-1	-2	+ 3KL	- 2KL	- 2GR	- 2GR	D:	2	G:	1								
3	188	3	5	1	1	-1	-1	-1	-2	+ 4RN	+ 2KL	- 2KL	- 2GR	E:	1	B:	2								
3	211	3	5	-2	-4	-2	+3	-1	-1	+ 4RN	- 3GR	- 3KL	- 2KL	E:	2	A:	1								
3	220	3	5	-2	-3	1	2	3	5	+ 4RN	- 3KL	+ 2GR	+ 4RN	C:	1	F:	1	G:	1						
3	236	3	5	-1	-2	-1	-2	-1	-1	+ 4RN	- 2GR	- 2GR	- 2KL	E:	3										
3	325	-4	-6	3	5	1	1	-1	-1	- 5VM	+ 4RN	+ 2KL	- 2KL	F:	2	#B:	1								
3	349	-2	-4	3	5	-2	-3	1	1	- 3GR	+ 4RN	- 3KL	+ 2KL	#C:	1	#F:	2								
3	362	-2	-3	1	1	1	2	1	1	- 3KL	+ 2KL	+ 2GR	+ 2KL	E:	2	A:	1								
3	389	-2	-3	1	2	3	5	-2	-3	- 3KL	+ 2GR	+ 4RN	- 3KL	C:	1	#B:	2								
3	404	-2	-3	3	5	-2	-3	3	5	- 3KL	+ 4RN	- 3KL	+ 4RN	F:	2	#B:	1								
3	436	-1	-2	1	2	1	1	-2	-3	- 2GR	+ 2GR	+ 2KL	- 3KL	E:	1	A:	2								
3	441	-1	-2	1	2	2	3	-1	-1	- 2GR	+ 2GR	+ 3KL	- 2KL	C:	1	D:	1	E:	1						
3	445	-1	-2	1	2	-1	-2	-1	-1	- 2GR	+ 2GR	- 2GR	- 2KL	C:	1	D:	1	G:	1						
3	468	-1	-2	-1	-2	1	2	-1	-2	- 2GR	- 2GR	+ 2GR	- 2GR	D:	1	E:	1	A:	1						
3	472	-1	-2	-1	-2	-1	-1	1	1	- 2GR	- 2GR	- 2KL	+ 2KL	E:	2	B:	1								
3	478	-1	-2	-1	-1	1	1	1	2	- 2GR	- 2KL	+ 2KL	+ 2GR	D:	1	A:	1	B:	1						
3	479	-1	-2	-1	-1	1	1	2	3	- 2GR	- 2KL	+ 2KL	+ 3KL	E:	1	A:	2								
3	496	-1	-2	-1	-1	-1	-2	2	3	- 2GR	- 2KL	- 2GR	+ 3KL	G:	2	A:	1								
3	497	-1	-2	-1	-1	-1	-2	3	5	- 2GR	- 2KL	- 2GR	+ 4RN	D:	1	G:	2								
3	529	-1	-1	2	3	-1	-2	-1	-1	- 2KL	+ 3KL	- 2GR	- 2KL	F:	2	#B:	1								
3	549	-1	-1	-2	-4	3	5	-2	-3	- 2KL	- 3GR	+ 4RN	- 3KL	D:	1	G:	2								
3	558	-1	-1	-1	-2	2	3	-1	-1	- 2KL	- 2GR	+ 3KL	- 2KL	F:	2	G:	1								
3	565	-1	-1	-1	-2	-2	-3	1	1	- 2KL	- 2GR	- 3KL	+ 2KL	#B:	3										
3	566	-1	-1	-1	-2	-1	-2	1	2	- 2KL	- 2GR	- 2GR	+ 2GR	#E:	1	F:	1	#B:	1						

(Intervallbezeichnungen namentlich und - vorausgehend - als Zahlenpaar aus diatonischem und chromatischem Abstand)

Abb. 17 Intervallketten (8-fach)
Bach Kunst der Fuge Contrapunctus 1

I N T E R V A L L E
NACH HAEUFIGKEIT GEORDNET (NUR MEHRMALIG AUFTRETENDE)

BACH KUNST DER FUGE CONTRAPUNCTUS 1

ABSCHNITT: 5

HFT	NR	INTERVALL(FOLGE)																															
7	462	-2	-4	-2	-3	-1	-1	1	1	1	2	1	1	1	2	-1	-2	- 3GR	- 3KL	- 2KL	+ 2KL	+ 2GR	+ 2KL	+ 2GR	- 2GR
																		E: 1		A: 6					
6	549	-2	-3	-1	-1	1	1	1	2	1	1	1	2	-1	-2	-1	-1	- 3KL	- 2KL	+ 2KL	+ 2GR	+ 2KL	+ 2GR	- 2GR	- 2KL
																		F: 6							
6	672	-1	-1	1	1	1	2	1	1	1	2	-1	-2	-1	-1	-1	-2	- 2KL	+ 2KL	+ 2GR	+ 2KL	+ 2GR	- 2GR	- 2KL	- 2GR
																		D: 6							
5	352	4	7	-2	-4	-2	-3	-1	-1	1	1	1	2	1	1	1	2	+ 5RN	- 3GR	- 3KL	- 2KL	+ 2KL	+ 2GR	+ 2KL	+ 2GR
																		D: 4		A: 1					
3	548	-2	-3	-1	-1	1	1	1	2	1	1	1	2	-1	-2	-1	-2	- 3KL	- 2KL	+ 2KL	+ 2GR	+ 2KL	+ 2GR	- 2GR	- 2GR
																		C: 3							
3	671	-1	-1	1	1	1	2	1	1	1	2	-1	-2	-1	-2	-1	-1	- 2KL	+ 2KL	+ 2GR	+ 2KL	+ 2GR	- 2GR	- 2GR	- 2KL
																		A: 3							
2	8	1	1	1	2	1	1	1	2	-1	-2	-1	-1	-1	-2	1	2	+ 2KL	+ 2GR	+ 2KL	+ 2GR	- 2GR	- 2KL	- 2GR	+ 2GR
																		#C: 2							
2	85	1	1	-2	-3	5	8	-4	-6	3	5	1	1	-1	-1	-1	-2	+ 2KL	- 3KL	+ 6KL	- 5VM	+ 4RN	+ 2KL	- 2KL	- 2GR
																		B: 2							
2	148	1	2	1	1	-2	-3	5	8	-4	-6	3	5	1	1	-1	-1	+ 2GR	+ 2KL	- 3KL	+ 6KL	- 5VM	+ 4RN	+ 2KL	- 2KL
																		A: 2							
2	183	1	2	3	5	-2	-3	1	1	3	5	-2	-3	1	2	-4	-7	+ 2GR	+ 4RN	- 3KL	+ 2KL	+ 4RN	- 3KL	+ 2GR	- 5RN
																		G: 2							
2	291	3	5	-2	-4	-2	-3	-1	-1	1	1	1	2	1	1	1	2	+ 4RN	- 3GR	- 3KL	- 2KL	+ 2KL	+ 2GR	+ 2KL	+ 2GR
																		E: 2							
2	311	3	5	-2	-3	1	2	3	5	-2	-3	1	1	3	5	-2	-3	+ 4RN	- 3KL	+ 2GR	+ 4RN	- 3KL	+ 2KL	+ 4RN	- 3KL
																		F: 1		G: 1					
2	328	3	5	-1	-2	-2	-3	-1	-1	1	1	1	2	1	1	1	2	+ 4RN	- 2GR	- 3KL	- 2KL	+ 2KL	+ 2GR	+ 2KL	+ 2GR
																		A: 2							
2	424	-4	-6	3	5	1	1	-1	-1	-1	-2	1	2	1	2	1	1	- 5VM	+ 4RN	+ 2KL	- 2KL	- 2GR	+ 2GR	+ 2GR	+ 2KL
																		F: 1		#B: 1					
2	504	-2	-3	1	2	3	5	-2	-3	1	1	3	5	-2	-3	1	2	- 3KL	+ 2GR	+ 4RN	- 3KL	+ 2KL	+ 4RN	- 3KL	+ 2GR
																		#B: 2							
2	534	-2	-3	5	8	-4	-6	3	5	1	1	-1	-1	-1	-2	1	2	- 3KL	+ 6KL	- 5VM	+ 4RN	+ 2KL	- 2KL	- 2GR	+ 2GR
																		C: 2							
2	595	-1	-2	-2	-3	-1	-1	1	1	1	2	1	1	1	2	-1	-2	- 2GR	- 3KL	- 2KL	+ 2KL	+ 2GR	+ 2KL	+ 2GR	- 2GR
																		D: 2							
2	770	-1	-1	-1	-2	-1	-1	1	1	-1	-2	-1	-2	-1	-1	-1	-2	- 2KL	- 2GR	- 2KL	+ 2KL	- 2GR	- 2GR	- 2KL	- 2GR
																		F: 2							

aber mit deutlicher Häufigkeit wäre die markante Gruppe der fünf Halben Noten des Themenkopfs zu finden.

Die Deutung der Analyse erfordert eine Ergänzung des Begriffs Information zumindest für akustische Ereignisse, die zeitabhängig übertragen werden und vom Perzipienten nicht wiederholt abgerufen werden können. (Die Information der Schrift ist beispielsweise wiederholt lesbar.) Zeitgebundene Informationen bedürfen einer besonderen Bestätigung des wahrgenommenen Unvorhersehbaren, einer Erhärtung der Information durch Wiederholung.

In der Liste der achtgliedrigen Intervallfolgen (Abb.17) rückt das thematische Material an die Spitze. Diese Tatsache scheint das eben Gesagte zu entwerten. Müßte nicht nach der Regel für die bedingte Wahrscheinlichkeit des Eintreffens mehrerer Ereignisse A_i und A_j

$$p(A_i \,\&\, A_j) = p(A_i) \cdot p(A_j) \qquad ^{83)}$$

eine weitere Häufung der Sekundschrittketten vorherzusagen sein? Schließlich ist bei einer mittleren Wahrscheinlichkeit von 0.14 für alle Sekund-Intervalle die Möglichkeit einer achtfachen Sekundfolge mit 0.14^8 ($= 1.48 \cdot 10^{-7}$) rund 38 mal höher zu veranschlagen als die einer Intervallgruppe wie des Themas, dessn Erwartungswert rechnerisch nur $0.02 \cdot 0.035 \cdot 0.108 \cdot 0.142 \cdot 0.126^2 \cdot 0.152^2$ ($= 3.9 \cdot 10^{-9}$) beträgt. In Wirklichkeit sind alle diese Zahlen völlig unrealistisch. In den o.a. Berechnungen spielt die Gesamtmenge der Ereignisse keine Rolle. Stillschweigend ist die Annahme eingeschlossen, daß alle Kombinationsmöglichkeiten zwischen den Ereignissen ausgeschöpft werden können. Bei 28 zur Verfügung stehenden Intervallen (ohne Prim; vgl. auch S.148) gibt es nicht weniger als 28^8 ($= 3.78 \cdot 10^{11}$) verschiedene Anordnungsmöglichkeiten im Raum von acht verketteten Intervallen. In Bachs Fuge waren nur 809 Intervallfolgen in 773 unterschiedlichen Ausprägungen zu finden. Die Selektion unter den denkbaren Kombinationen ist demnach so stark, daß das Zutreffen von Voraussagen nach Berechnungen der beschriebenen Art rein zufällig wäre und im vorliegenden Fall allein der Kürze des Werkes wegen schon unmöglich ist.

Übrigens täuscht auch die Art der statistischen Aufbereitung. Insgesamt schrieb Bach im Contrapunctus 60 mal Sekundfolgen der Länge 8 und darüber nieder, allerdings in über 50 Varianten. Und nur die wiederholten Folgen erscheinen auf der Liste der wichtigen Intervallketten.

Sinnvoller als theoretische Wahrscheinlichkeitsspekulationen sind Überlegungen zum Informationsmaß der Tonfolgen. Eine Kette von acht Tonhöhenveränderungen enthält knapp 1% der Informationen aus dem Potential der 3200 bit Gesamtinformation im Bereich des Tonhöhenverlaufs. Die Summierung der Informationsmaße ist nach Shannon's Regel für die Konjunktion von Ereignissen bzw. die daraus resultierende Information

$$I(A_i \,\&\, A_j) = I(A_i) + I(A_j)$$

erlaubt. Sekundschrittfolgen unterschreiten den Durchschnitt eines Informationsmaßes von 28.8 bit nicht unerheblich, nämlich mit 22.4 bit um 22 %, wenn man ein Informationsmittel von 2.8 bit für jede Sekund zugrunde legt. Das Thema, d.h. die ersten neun Töne desselben, trägt in der Gestalt des Dux eine Information von 27.9 bit und erreicht ebenfalls nicht den Durchschnittsgrad; in der Form des Comes verliert es noch einmal 2.2 bit. Der rechnerische Mangel an Information überrascht, wenngleich die Beschränkung auf die Tonhöhen unter Vernachlässigung anderer wichtiger Komponenten wie des Rhythmischen vonvornherein ein ungenaues Bild erwarten ließ.

So ganz falsch sind die Zahlen indessen nicht. Sie legen aber den Gedanken an weitere Deutungen nahe. Man sollte dem Begriff des Informationsmaßes einen neuen Begriff des Informationswertes gegenüberstellen, der nicht nur auf dem Grad der Innovation fußt, sondern den Grad der Bestätigung der Information, u.a. durch Wiederholungen, mit einbezieht. Die Relation der Wertigkeiten von Information und Bekräftigung bei der Beurteilung des Informationswertes möchte ich lieber noch nicht bestimmen. Dies wird nicht leichter sein als exakte Festlegungen zur Findung des mikroästhetischen Zustands, zu dem ich übrigens Parallelen sehe. Wiederholung ist der Ordnung zuzurechnen, Neuinformation der Komplexität.

Kehren wir von den Berechnungen, die das Datenmaterial erlaubt, zu den Daten selbst zurück! Wegen der Bindung an Tonart und Harmonie - Sequenzen sind meist nur in der Stufenfortschreitung identisch, nicht in den genauen Intervallen - wiederholte ich die Zählungen ohne die Feinbestimmung der Intervalle (Abb. 18 und 19). Sekunden und Septimen wurden ohne Unterschied der Größe erfaßt, selbst reine und verminderte Quinten wurden zusammengeworfen. Zwar könnte man an den Ergebnissen den vorgetragenen Gedanken vertiefen, das würde aber zu weit vom Kern meiner Arbeit, Methoden der Aufbereitung von Material für kommunikationstheoretische Untersuchungen zu entwickeln, wegführen.

Ebenfalls kommentarlos zeige ich in den folgenden Abbildungen 20 - 22 weitere Zusammenstellungen von Intervallfolgen aus den codierten Werken Hindemiths, Honeggers und Weberns.

6.2.5 Übergänge - Übergangsketten

Wenn geklärt ist, welche Intervalle bzw. Intervallketten dem Repertoire eines Komponisten zu eigen sind, ist noch lange nicht die Frage gelöst, auf welchen Tönen die Intervallketten beginnen dürfen. (Nebenbei bemerkt: den wichtigen Aspekt der Bindung von Übergängen an Tonartstufen vermisse ich bislang bei allen vorbereitenden Analysen zur Computer-Komposition.) In Abbildung 23 lege ich erstmals eine Zusammenfassung aller möglichen Übergänge unter Bezug auf die Tonart vor. Die graphische Darstellung spricht für sich. Vielleicht nimmt man das weite Spektrum der Auswahlmöglichkeiten von der 1. und 5.Stufe aus und die Verengung der Auswahl, zunehmend mit der Seltenheit der Ausgangstöne, als natürlich an. Den Grund dafür allein in der Häufigkeit der Ausgangstöne (vgl. Abb.7) zu suchen, wäre sicher nicht richtig, denn auch der letzte Ton in

(Fs. S.178)

Abb. 18 Intervallketten (4-fach)
nur grob nach Stufen bestimmt
Bach Kunst der Fuge Contrapunctus 1

I N T E R V A L L E
NACH HAEUFIGKEIT GEORDNET (NUR MEHRMALIG AUFTRETENDE)

BACH KUNST DER FUGE CONTRAPUNCTUS 1
ABSCHNITT: 1

HFT	NR	INTERVALL(FOLGE)																	
28	99	1	-1	-1	-1	2	-2	-2	-2	C:	4	#C:	4	D:	3	E:	2	F:	7
										#F:	1	#G:	2	A:	3	#B:	2		
24	401	-1	-1	-1	1	-2	-2	-2	2	C:	3	D:	1	#E:	1	E:	2	F:	8
										G:	5	A:	1	#B:	2	B:	1		
21	409	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	C:	2	D:	4	G:	6	A:	6	#F:	3
19	29	1	1	-1	-1	2	2	-2	-2	C:	1	D:	1	E:	8	#F:	1	G:	2
										A:	1	B:	5						
18	1	1	1	1	1	2	2	2	2	#C:	6	D:	1	E:	1	F:	1	#F:	2
										G:	3	#G:	4						
16	316	-1	1	1	1	-2	2	2	2	C:	1	D:	6	E:	2	G:	1	A:	6
14	8	1	1	1	-1	2	2	2	-2	#C:	1	D:	7	F:	1	G:	1	A:	3
										B:	1								
14	265	-2	1	3	-2	-3	2	4	-3	C:	1	D:	4	E:	1	F:	1	G:	1
										A:	3	#B:	3						
13	43	1	3	-2	1	2	4	-3	2	#C:	1	D:	1	E:	1	F:	2	G:	2
										#G:	1	A:	1	#B:	1	B:	3		
13	377	-1	-1	1	1	-2	-2	2	2	D:	2	F:	3	G:	1	A:	2	#B:	4
										B:	1								
11	313	-2	-1	1	1	-3	-2	2	2	C:	4	F:	6	#B:	1				
10	321	-1	1	1	-1	-2	2	2	-2	#E:	1	E:	1	F:	1	#F:	1	G:	2
										#G:	1	A:	2	#B:	1				
10	340	-1	1	-1	-1	-2	2	-2	-2	C:	1	D:	3	E:	1	F:	1	G:	1
										#B:	3								
9	149	3	-2	1	3	4	-3	2	4	C:	1	E:	1	F:	2	G:	1	A:	3
										B:	1								
9	386	-1	-1	1	-1	-2	-2	2	-2	C:	2	D:	1	E:	3	F:	1	G:	1
										A:	1								
8	95	1	-1	-1	1	2	-2	-2	2	E:	3	#F:	1	A:	4				
8	153	3	-2	1	-1	4	-3	2	-2	C:	1	D:	3	E:	1	G:	1	A:	2
8	312	-2	-2	-1	1	-3	-3	-2	2	D:	1	E:	1	A:	6				
7	74	1	-2	1	-2	2	-3	2	-3	#C:	1	D:	2	E:	1	F:	1	#G:	1
										A:	1								
7	87	1	-1	1	1	2	-2	2	2	D:	2	E:	1	#F:	1	#G:	1	A:	1
										B:	1								
7	271	-2	1	-2	1	-3	2	-3	2	E:	2	F:	2	G:	1	A:	1	#B:	1
6	129	2	-1	-1	-1	3	-2	-2	-2	D:	2	E:	2	G:	1	#B:	1		
6	280	-2	1	-1	-1	-3	2	-2	-2	C:	2	D:	2	F:	1	G:	1		
5	25	1	1	-1	1	2	2	-2	2	D:	1	E:	1	#F:	1	#G:	1	A:	1
5	75	1	-2	1	-1	2	-3	2	-2	#C:	1	E:	2	G:	1	B:	1		
5	175	3	-1	-1	-1	4	-2	-2	-2	D:	1	E:	3	A:	1				
5	186	4	-2	-2	-1	5	-3	-3	-2	D:	4	A:	1						
5	260	-2	1	1	1	-3	2	2	2	E:	2	G:	1	A:	2				
5	286	-2	3	-2	1	-3	4	-3	2	#C:	1	#F:	2	A:	2				
5	287	-2	3	-2	3	-3	4	-3	4	F:	2	G:	1	A:	1	#B:	1		
5	346	-1	2	-1	-1	-2	3	-2	-2	E:	1	F:	2	A:	1	#B:	1		
5	378	-1	-1	1	2	-2	-2	2	3	E:	2	F:	1	A:	2				
5	408	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-3	C:	2	D:	1	F:	1	#B:	1		
4	277	-2	1	-1	3	-3	2	-2	4	C:	1	D:	1	G:	2				
4	325	-1	1	2	-1	-2	2	3	-2	C:	1	D:	1	E:	1	G:	1		
4	387	-1	-1	2	-1	-2	-2	3	-2	C:	1	F:	2	G:	1				
4	398	-1	-1	-2	1	-2	-2	-3	2	C:	1	#B:	3						
4	402	-1	-1	-1	2	-2	-2	-2	3	D:	1	G:	2	A:	1				
4	403	-1	-1	-1	3	-2	-2	-2	4	D:	1	G:	2	#B:	1				

(Intervallzahlen links: diatonische Differenz
Intervallzahlen rechts: Intervallname als Zahl)

Abb. 19 I n t e r v a l l k e t t e n (8-fach)
nur grob nach Stufen bestimmt
Bach Kunst der Fuge Contrapunctus 1

I N T E R V A L L E
NACH HAEUFIGKEIT GEORDNET (NUR MEHRMALIG AUFTRETENDE)

BACH KUNST DER FUGE CONTRAPUNCTUS 1

ABSCHNITT: 1

HFT	NR	INTERVALL(FOLGE)																							
9	516	-2	-1	1	1	1	1	-1	-1	-3	-2	2	2	2	2	-2	-2	C:	3	F:	6		
9	524	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-2	2	2	2	2	-2	-2	-2	D:	6	A:	3		
8	431	-2	1	3	-2	1	3	-2	1	-3	2	4	-3	2	4	-3	2	C:	1	D:	1	F:	1
																		G:	1	A:	1	#A:	1
7	514	-2	-2	-1	1	1	1	1	-1	-3	-3	-2	2	2	2	2	-2	E:	1	A:	6		
5	331	4	-2	-2	-1	1	1	1	1	5	-3	-3	-2	2	2	2	2	D:	4	A:	1		
4	57	1	1	-1	1	1	-1	1	1	2	2	-2	2	2	-2	2	2	D:	1	E:	1	#F:	1
																		#G:	1				
4	162	1	-1	1	1	-1	1	1	-1	2	-2	2	2	-2	2	2	-2	D:	1	E:	1	#F:	1
																		#G:	1				
4	268	3	-2	1	3	-2	1	3	-2	4	-3	2	4	-3	2	4	-3	C:	1	F:	2	G:	1
4	534	-1	1	1	-1	1	1	-1	1	-2	2	2	-2	2	2	-2	2	E:	1	F:	1	G:	1
																		A:	1				
3	9	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	2	2	2	2	-2	-2	-2	2	#C:	3				
3	92	1	3	-2	1	3	-2	1	3	2	4	-3	2	4	-3	2	4	E:	1	F:	1	#A:	1
3	94	1	3	-2	1	3	-2	1	-1	2	4	-3	2	4	-3	2	-2	D:	1	#G:	1	A:	1
3	195	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	2	-2	-2	-2	2	-2	-2	-2	D:	1	E:	1	F:	1
2	15	1	1	1	1	-1	-1	-1	-2	2	2	2	2	-2	-2	-2	-3	#F:	1	#G:	1		
2	26	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	2	2	2	-2	-2	-2	2	2	D:	2				
2	35	1	1	1	-1	-1	-1	-2	1	2	2	2	-2	-2	-2	-3	2	G:	1	A:	1		
2	53	1	1	-2	5	-4	3	1	-1	2	2	-3	6	-5	4	2	-2	A:	2				
2	75	1	1	-1	-1	-1	-2	1	3	2	2	-2	-2	-2	-3	2	4	A:	1	B:	1		
2	77	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	2	2	-2	-2	-2	-2	-2	2	#F:	1	B:	1		
2	93	1	3	-2	1	3	-2	1	-4	2	4	-3	2	4	-3	2	-5	G:	2				
2	154	1	-2	5	-4	3	1	-1	-1	2	-3	6	-5	4	2	-2	-2	B:	2				
2	204	1	-1	-1	-1	-2	1	3	-2	2	-2	-2	-2	-3	2	4	-3	C:	1	#B:	1		
2	233	2	-1	5	-4	2	-1	5	-4	3	-2	6	-5		2	6	5	D:	1	F:	1		
2	300	3	-2	-2	-1	1	1	1	1	4	-3	-3	-2	2	2	2	2	E:	2				
2	311	3	-1	-2	-1	1	1	1	1	4	-2	-3	-2	2	2	2	2	A:	2				
2	339	5	-4	2	-1	5	-4	2	-1	6	-5	3	-2	6	-5	3	-2	#C:	1	E:	1		
2	376	-4	2	-1	5	-4	2	-1	5	-5	3	-2	6	-5	3	-2	6	C:	1	A:	1		
2	378	-4	3	1	-1	-1	1	1	1	-5	4	2	-2	-2	2	2	2	F:	1	#B:	1		
2	498	-2	5	-4	3	1	-1	-1	1	-3	6	-5	4	2	-2	-2	2	C:	2				
2	527	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	-2	2	2	2	-2	-2	-2	2	C:	1	E:	1		
2	610	-1	-2	1	3	-2	1	3	-2	-2	-3	2	4	-3	2	4	-3	A:	1	#B:	1		
2	619	-1	-2	-1	1	1	1	1	-1	-2	-3	-2	2	2	2	2	-2	D:	2				
2	624	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-2	-2	2	2	2	-2	-2	-2	D:	1	F:	1		
2	670	-1	-1	-2	1	3	-2	1	3	-2	-2	-3	2	4	-3	2	4	C:	1	#B:	1		
2	692	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-2	-2	-2	2	-2	-2	-2	2	#E:	1	G:	1		
2	695	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	2	-2	-2	-2	-2	F:	2				
2	709	-1	-1	-1	-2	1	3	-2	1	-2	-2	-2	-3	2	4	-3	2	C:	1	D:	1		
2	720	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	2	-2	-2	-2	C:	1	G:	1		
2	728	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-2	2	-2	-2	D:	1	A:	1		

Abb. 20 **Intervallketten (3-fach)**
Honegger Pastorale d'Été

INTERVALLE
NACH HAEUFIGKEIT GEORDNET (NUR MEHRMALIG AUFTRETENDE)

HONEGGER PASTORALE D'ETE

ABSCHNITT: 4

HFT	NR	INTERVALL(FOLGE)																							
368	210	-1 -2 1 2 - 2GR + 2GR	C: 11	#C: 155	D: 1	D: 9	#F: 4	E: 4	F: 3																
			#F: 20	G: 8	G: 62	#A: 7	A: 3	#A: 41	A: 35																
355	55	1 2 -1 -2 + 2GR - 2GR	#C: 3	C: 19	C: 1	#D: 7	D: 6	#E: 5	F: 18																
			F: 4	#F: 61	G: 6	G: 7	#A: 12	A: 52	#A: 5																
			B: 161																						
210	235	-1 -2 -1 -2 - 2GR - 2GR	C: 10	#C: 32	D: 32	#D: 9	#E: 4	E: 6	#F: 1																
			F: 3	#F: 31	G: 20	#G: 21	A: 20	#A: 6	B: 15																
180	255	-1 -1 -1 -2 - 2KL - 2GR	#C: 28	#D: 6	D: 19	#E: 33	E: 7	#F: 2	#G: 3																
			G: 33	#A: 7	A: 24	-B: 1	#B: 17																		
126	236	-1 -2 -1 -1 - 2GR - 2KL	#C: 1	C: 3	D: 6	D: 3	#E: 4	E: 16	F: 44																
			#F: 1	#A: 2	A: 18	#B: 3	B: 25																		
103	33	1 1 -1 -1 + 2KL - 2KL	C: 10	#C: 12	D: 4	E: 4	#F: 17	#G: 3	#A: 1																
			#B: 52																						
102	36	1 2 1 1 + 2GR + 2KL	C: 9	D: 4	D: 1	E: 28	F: 6	#F: 8	G: 1																
			#G: 1	#A: 23	A: 5	#B: 6	B: 10																		
94	18	1 1 1 2 + 2KL + 2GR	C: 5	#C: 12	D: 22	E: 5	#E: 2	F: 3	#F: 15																
			G: 3	#G: 19	A: 2	#A: 1	#B: 2	B: 3																	
85	37	1 2 1 2 + 2GR + 2GR	#C: 2	C: 8	C: 1	#D: 4	D: 18	#E: 1	E: 6																
			F: 3	#F: 2	G: 4	G: 9	#A: 6	A: 11	#A: 9																
			B: 1																						
74	238	-1 -1 1 1 - 2KL + 2KL	#D: 1	D: 18	D: 2	E: 1	F: 5	#F: 2	#G: 1																
			A: 5	#A: 31	B: 8																				
72	40	1 2 3 5 + 2GR + 4RN	#C: 1	D: 3	E: 17	E: 12	G: 4	#A: 2	A: 33																
65	77	3 5 1 2 + 4RN + 2GR	#E: 1	E: 31	F: 12	G: 2	#A: 2	B: 17																	
53	175	-3 -5 3 5 - 4RN + 4RN	C: 13	#D: 1	E: 1	E: 4	#F: 1	#A: 1	A: 22																
			#B: 10																						
50	256	-1 -1 -1 -1 - 2KL - 2KL	#C: 30	C: 7	D: 7	#A: 1	-B: 1	#B: 4																	
46	17	1 1 1 1 + 2KL + 2KL	#C: 2	A: 29	A: 7	B: 8																			
43	84	3 5 -3 -5 + 4RN - 4RN	#E: 1	E: 4	F: 4	#F: 11	B: 23																		
40	231	-1 -2 -3 -5 - 2GR - 4RN	C: 14	D: 2	E: 1	E: 2	#F: 2	B: 19																	
39	195	-2 -3 1 1 - 3KL + 2KL	#D: 2	#E: 1	E: 5	F: 17	A: 4	B: 10																	
37	67	2 3 -1 -2 + 3KL - 2GR	#C: 3	D: 16	F: 1	#F: 7	#G: 9	#B: 1																	
36	87	3 5 -1 -1 + 4RN - 2KL	#D: 1	E: 3	F: 17	#F: 1	A: 4	#B: 2	B: 8																
32	239	-1 -1 2 3 - 2KL + 3KL	#C: 1	D: 1	E: 16	G: 7	A: 7																		
29	233	-1 -2 -2 -3 - 2GR - 3KL	C: 1	#C: 2	D: 1	#E: 3	E: 4	F: 1	#F: 3																
			G: 1	#G: 2	A: 1	#A: 2	#B: 3	B: 5																	
21	86	3 5 -1 -2 + 4RN - 2GR	C: 2	#C: 2	E: 1	#F: 1	G: 12	#G: 1	#B: 1																
			B: 1																						
19	186	-3 -5 -1 -2 - 4RN - 2GR	E: 11	G: 1	G: 1	A: 3	#B: 3																		
18	74	2 4 -1 -2 + 3GR - 2GR	C: 2	D: 3	E: 3	#G: 3	G: 4	#B: 3																	
18	202	-2 -3 -1 -2 - 3KL - 2GR	#C: 1	#D: 1	D: 8	#F: 1	#G: 1	#G: 2	#A: 1																
			#B: 1	B: 2																					
17	52	1 2 -3 -5 + 2GR - 4RN	#D: 1	D: 1	E: 1	#A: 2	#B: 12																		
15	214	-1 -2 3 5 - 2GR + 4RN	D: 3	F: 1	F: 4	G: 3	#G: 1	B: 3																	
14	162	-4 -7 3 5 - 5RN + 4RN	#F: 8	B: 6																					
14	183	-3 -5 -4 -7 - 4RN - 5RN	E: 6	B: 8																					
13	213	-1 -2 2 4 - 2GR + 3GR	C: 3	#E: 1	E: 3	#A: 3	A: 2	B: 1																	
13	217	-1 -2 4 7 - 2GR + 5RN	C: 1	#C: 1	D: 2	#F: 1	E: 2	#F: 3	#G: 2																
			B: 1																						
11	58	2 3 1 2 + 3KL + 2GR	#C: 1	#F: 2	B: 1	B: 7																			
11	98	4 7 -3 -5 + 5RN - 4RN	C: 1	#D: 1	D: 5	F: 4																			
10	65	2 3 -2 -3 + 3KL - 3KL	D: 5	#D: 1	F: 1	#G: 1	A: 1	B: 1																	
10	100	4 7 -1 -2 + 5RN - 2GR	C: 5	#F: 2	A: 1	A: 1	#B: 1																		
10	237	-1 -1 0 -1 - 2KL - 1UE	D: 3	F: 1	G: 1	A: 2	#B: 3																		

(vgl. Fußnote Abb.16)

Abb. 21 **Intervallketten (3-fach)**

Webern op.10/3

Abschnitt 1: alle Übergänge

Abschnitt 2: nur Töne auf betonten Taktteilen berücksichtigt

INTERVALLE
NACH CHARAKTER GEORDNET

WEBERN OP.10/3

ABSCHNITT: 1

NR	HFT	INTERVALL(FOLGE)											
1	1	1	0	2	4	+ 2VM	+ 3GR	#G:	1				
2	1	1	0	-16	-26	+ 2VM	-17VM	#C:	1				
3	28	1	0	-1	0	+ 2VM	- 2VM	#C:	14	#G:	14		
4	17	1	1	-1	-1	+ 2KL	- 2KL	#D:	17				
5	1	3	4	-2	-3	+ 4VM	- 3KL	#C:	1				
6	1	3	5	-5	-9	+ 4RN	- 6GR	G:	1				
7	1	4	6	-5	-8	+ 5VM	- 6KL	C:	1				
8	1	4	7	4	6	+ 5RN	+ 5VM	B:	1				
9	1	5	8	-1	-1	+ 6KL	- 2KL	#F:	1				
10	1	6	9	4	8	+ 7VM	+ 5UE	B:	1				
11	1	6	10	-3	-4	+ 7KL	- 4VM	F:	1				
12	1	7	13	3	4	+ 8UE	+ 4VM	#E:	1				
13	1	7	13	13	22	+ 8UE	+14KL	#E:	1				
14	1	-16	-26	6	9	-17VM	+ 7VM	#D:	1				
15	1	-11	-18	4	7	-12VM	+ 5RN	F:	1				
16	1	-6	-11	6	10	- 7GR	+ 7KL	E:	1				
17	2	-5	-9	7	13	- 6GR	+ 8UE	C:	2				
18	1	-5	-8	6	11	- 6KL	+ 7GR	#G:	1				
19	1	-4	-7	-4	-6	- 5RN	- 5VM	#E:	1				
20	1	-2	-4	8	15	- 3GR	+ 9UE	D:	1				
21	1	-2	-3	3	5	- 3KL	+ 4RN	F:	1				
22	28	-1	0	1	0	- 2VM	+ 2VM	#D:	14	#A:	14		
23	17	-1	-1	1	1	- 2KL	+ 2KL	E:	17				
24	1	-1	-1	3	4	- 2KL	+ 4VM	D:	1				

INTERVALLE
NACH CHARAKTER GEORDNET

WEBERN OP.10/3

ABSCHNITT: 2

NR	HFT	INTERVALL(FOLGE)							
1	1	2	3	1	2	+ 3KL	+ 2GR	D:	1
2	1	4	6	-5	-8	+ 5VM	- 6KL	C:	1
3	1	4	7	4	6	+ 5RN	+ 5VM	B:	1
4	1	6	9	4	8	+ 7VM	+ 5UE	B:	1
5	1	-15	-26	6	9	-16GR	+ 7VM	#C:	1
6	1	-11	-18	4	7	-12VM	+ 5RN	F:	1
7	1	-5	-8	6	11	- 6KL	+ 7GR	#G:	1
8	1	-4	-7	-4	-6	- 5RN	- 5VM	#E:	1
9	1	-2	-4	8	15	- 3GR	+ 9UE	D:	1
10	1	-2	-4	20	35	- 3GR	+21GR	G:	1

Abb. 22 Intervallketten (3-fach)
nur grob nach Stufen bestimmt
Hindemith Symphonie Mathis 1.Satz

INTERVALLE
NACH HAEUFIGKEIT GEORDNET (NUR MEHRMALIG AUFTRETENDE)

HINDEMITH SYMPHONIE MATHIS 1.SATZ

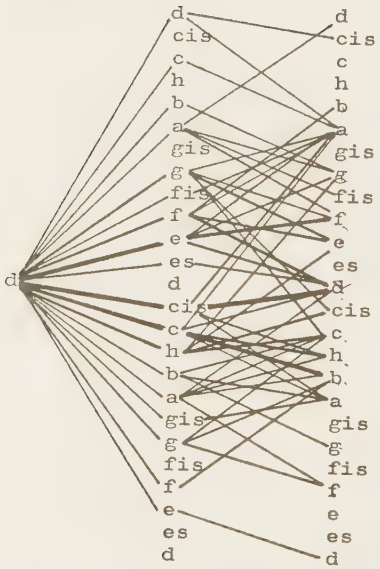
ABSCHNITT: 1

HFT	NR	INTERVALL(FOLGE)																					
386	559	-1	-1	-1	-2	-2	-2	#C:	5	C:	24	#C:	31	#D:	9	D:	37	#D:	7
								#E:	15	E:	19	#E:	9	#F:	3	F:	27	#F:	35
								#G:	4	G:	36	#G:	18	#A:	12	A:	36	#A:	5
								#B:	24	B:	25	#B:	5						
156	29	1	1	1	2	2	2	C:	12	#C:	10	#D:	3	D:	13	#D:	5	#E:	9
								E:	17	#E:	3	F:	11	#F:	10	#G:	6	G:	9
								#G:	3	#A:	7	A:	26	#A:	1	#B:	6	B:	16
116	541	-1	-1	1	-2	-2	2	#C:	1	C:	6	#C:	8	#D:	2	D:	6	#D:	6
								-E:	1	#E:	4	E:	20	#E:	1	F:	6	#F:	13
								#G:	1	G:	6	#G:	3	A:	8	#A:	5	#B:	6
								B:	13										
80	154	2	-1	-1	3	-2	-2	C:	4	#C:	9	#D:	1	D:	22	#D:	2	#E:	1
								E:	7	F:	3	#F:	10	G:	5	#G:	1	#A:	5
								#B:	2	B:	8								
66	90	1	-2	1	2	-3	2	#C:	8	D:	11	E:	8	F:	3	#F:	9	G:	2
								#G:	6	A:	10	#A:	1	B:	8				
64	410	-2	1	-2	-3	2	-3	#C:	8	D:	9	E:	10	F:	1	#F:	7	G:	3
								#G:	7	A:	6	#A:	1	#B:	1	B:	11		
51	470	-1	1	2	-2	2	3	C:	2	#C:	5	#D:	1	D:	12	#E:	2	E:	9
								F:	1	#F:	4	G:	5	#A:	3	A:	4	#A:	1
								B:	2										
45	58	1	4	-4	2	5	-5	C:	3	D:	5	#E:	2	E:	1	F:	5	G:	2
								#G:	8	#A:	1	A:	7	#B:	4	B:	7		
45	32	1	1	4	2	2	5	C:	5	#D:	2	D:	1	#E:	5	F:	2	#F:	8
								#G:	1	G:	7	#A:	4	A:	7	#B:	3		
43	103	1	-1	1	2	-2	2	C:	2	#C:	1	D:	8	E:	6	#E:	2	#F:	10
								G:	8	#G:	1	A:	1	#A:	1	#B:	2	B:	1
42	469	-1	1	1	-2	2	2	#C:	1	C:	2	#C:	1	#D:	1	D:	5	#D:	2
								#E:	2	E:	4	F:	5	#F:	2	G:	1	A:	7
								#B:	6	B:	3								
41	41	1	1	-1	2	2	-2	C:	8	#C:	1	D:	4	#D:	5	#E:	1	E:	2
								F:	2	#F:	3	G:	3	#G:	1	#A:	3	A:	2
								#B:	3	B:	3								
40	48	1	2	-1	2	3	-2	#C:	1	C:	12	#C:	1	#D:	2	D:	10	E:	2
								F:	4	#G:	3	#B:	1	B:	4				
38	344	-4	2	-1	-5	3	-2	C:	2	#C:	1	D:	5	#E:	5	F:	1	#F:	7
								G:	4	#G:	5	A:	3	B:	5				
38	213	4	-4	2	5	-5	3	C:	4	#C:	5	D:	3	E:	5	F:	2	#F:	1
								G:	5	#A:	5	#B:	1	B:	7				
33	185	3	-3	3	4	-4	4	C:	3	D:	13	E:	3	#A:	1	#B:	13		
31	479	-1	1	-3	-2	2	-4	C:	3	D:	6	#E:	2	E:	2	F:	7	#G:	3
								A:	2	#B:	4	B:	2						
30	111	1	-1	-1	2	-2	-2	C:	2	#C:	2	D:	2	#D:	1	#E:	1	E:	1
								#E:	2	#F:	4	G:	4	#G:	1	A:	5	#B:	3
								B:	2										
29	379	-3	3	-3	-4	4	-4	#E:	13	F:	1	G:	13	A:	2				
27	481	-1	1	-1	-2	2	-2	C:	1	#C:	2	#D:	1	D:	1	F:	3	#F:	1
								G:	1	#G:	7	A:	7	#B:	1	B:	2		

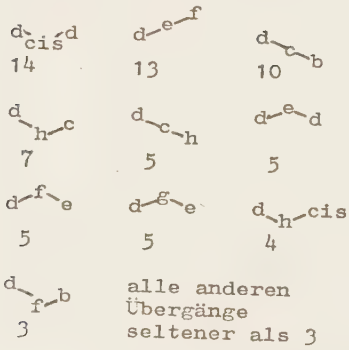
26	82	1	-3	1	2	-4	2	C:	4	⊕E:	5	E:	7	F:	1	#F:	1	G:	2				
								#G:	1	⊕A:	2	A:	2	#B:	1								
25	488	-1	2	-1	-2	3	-2	C:	1	D:	3	E:	11	F:	2	#F:	1	G:	3				
								#G:	3	A:	1												
25	459	-2	-1	-1	-3	-2	-2	C:	1	#C:	2	⊕D:	3	D:	2	⊕E:	3	E:	5				
								#F:	2	G:	3	⊕A:	3	A:	1								
21	458	2	-2	-1	3	-3	-2	C:	2	#C:	5	D:	1	E:	1	F:	1	#F:	1				
								G:	2	#A:	2	⊕B:	3	B:	3								
21	542	-1	-1	2	-2	-2	3	⊕D:	1	D:	1	E:	1	F:	6	#F:	6	G:	3				
								A:	3	#A:	1	B:	2										
19	531	-1	-3	2	-2	-4	3	C:	1	D:	1	⊕E:	1	G:	3	#G:	2	⊕A:	2				
								A:	2	⊕B:	2	B:	5										
19	359	-3	1	1	-4	2	2	C:	1	D:	4	F:	7	#G:	1	A:	2	⊕B:	2				
								B:	2														
18	84	1	-3	3	2	-4	4	C:	4	E:	1	#F:	4	#G:	5	⊕A:	1	A:	3				
18	501	-1	4	-1	-2	5	-2	⊕C:	2	#C:	1	E:	4	F:	2	⊕G:	2	G:	6				
								⊕B:	1														
17	416	-2	2	-2	-3	3	-3	D:	5	#F:	8	⊕B:	3	B:	1								
17	557	-1	-1	-3	-2	-2	-4	⊕C:	2	C:	6	D:	1	⊕E:	1	G:	1	⊕A:	1				
								A:	2	⊕B:	3												
16	480	-1	1	-2	-2	2	-3	C:	2	⊕E:	1	E:	3	#F:	2	G:	3	#G:	2				
								⊕A:	1	A:	2												
16	199	3	-1	-1	4	-2	-2	C:	3	#C:	1	D:	2	E:	2	F:	1	G:	1				
								#G:	1	⊕A:	2	A:	3										
16	149	2	-1	4	3	-2	5	#C:	2	D:	2	⊕E:	2	E:	6	G:	1	⊕A:	3				
15	141	2	-2	2	3	-3	3	D:	6	#D:	2	G:	2	⊕B:	5								
15	163	3	2	-2	4	3	-3	C:	1	#E:	2	F:	3	#F:	2	G:	2	#G:	4				
								B:	1														
15	540	-1	-1	0	-2	-2	-1	#D:	2	#E:	2	G:	5	⊕B:	3	B:	3						
14	376	-3	3	1	-4	4	2	D:	4	E:	4	#F:	4	A:	1	#B:	1						
14	343	-1	-1	3	-2	-2	4	C:	2	D:	1	⊕E:	1	E:	3	G:	3	#G:	1				
								⊕A:	4	B:	1												
..	...	.	.	.	.	.	.																
2	146	2	-1	0	3	-2	-1	#F:	2														
2	168	3	3	-1	4	4	-2	G:	1	B:	1												
2	205	4	2	-3	5	3	-4	C:	1	F:	1												
2	207	4	-8	1	5	-9	2	E:	1	B:	1												
2	209	4	-6	1	5	-7	2	E:	1	B:	1												
2	225	4	-1	-6	5	-2	-7	#D:	1	#F:	1												
2	233	5	-5	6	6	-6	7	⊕E:	2														
2	236	5	-3	-2	6	-4	-3	C:	1	G:	1												
2	282	11	-1	-1	12	-2	-2	⊕D:	1	#F:	1												
2	284	13	-1	-1	14	-2	-2	⊕B:	1	G:	1												
.	...	.	.	.	.	.	.																
2	438	-2	-8	8	-3	-9	9	F:	1	A:	1												
2	463	-1	0	7	-2	-1	8	#C:	2														
2	465	-1	0	-3	-2	-1	-4	D:	1	#F:	1												
2	471	-1	1	3	-2	2	4	#C:	2	B:	1												
2	474	-1	1	7	-2	2	8	A:	2														
2	483	-1	2	2	-2	3	3	#F:	1	A:	1												
2	486	-1	2	-3	-2	3	-4	E:	1	#G:	1												
2	491	-1	3	3	-2	4	4	G:	1	A:	1												

Abb. 23 Übergangstabelle
von den Tonleiterstufen ausgehend
J.S. Bach Kunst der Fuge Contrapunctus 1

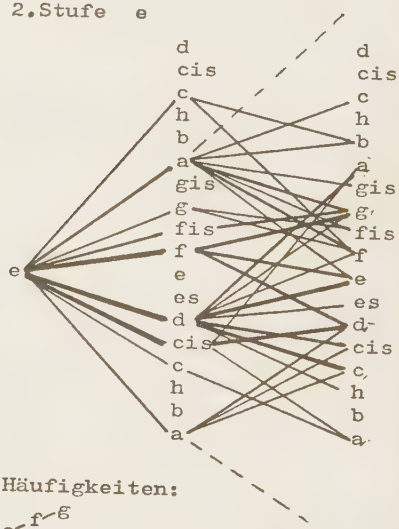
1.Stufe d



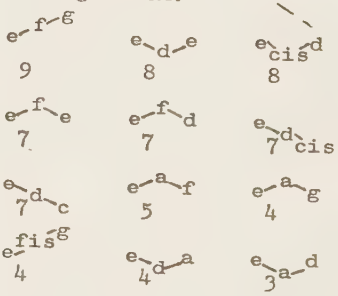
Häufigkeiten:



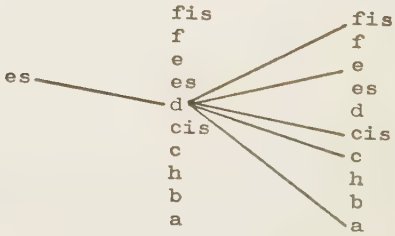
2.Stufe e



Häufigkeiten:



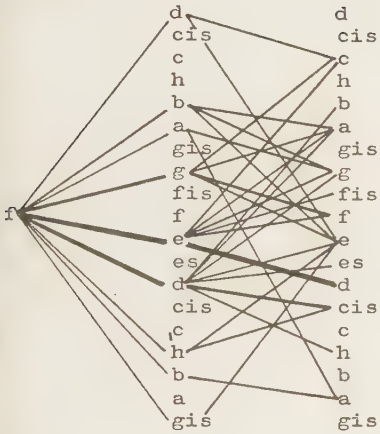
2.Stufe (alteriert) es



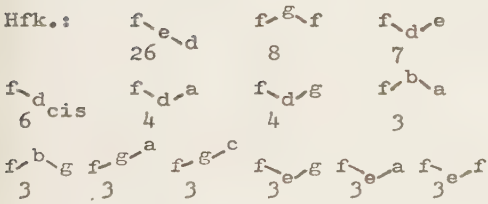
Häufigkeit: alle Übergänge
je einmal

zu Abb. 23

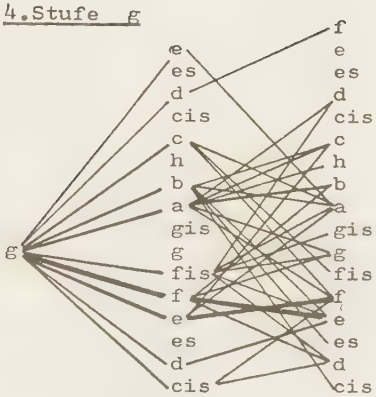
3.Stufe f



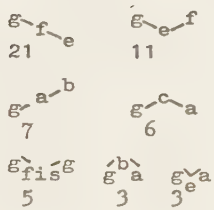
Hfk.:



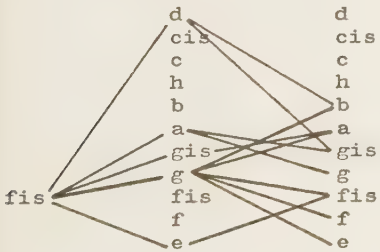
4.Stufe g



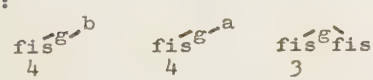
Hfk.:



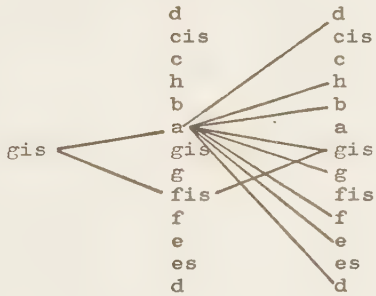
3.Stufe (alteriert) fis



Hfk.:



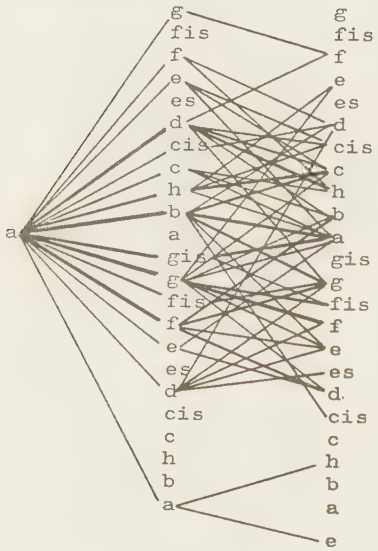
4.Stufe (alteriert) gis



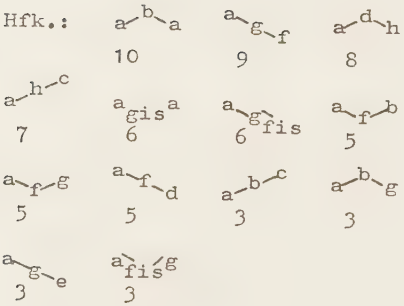
Hfk.:

zu Abb. 23

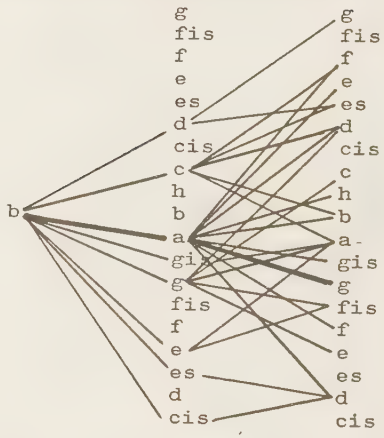
5.Stufe a



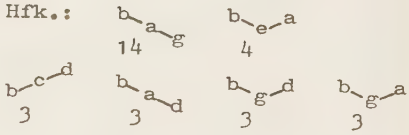
Hfk.:



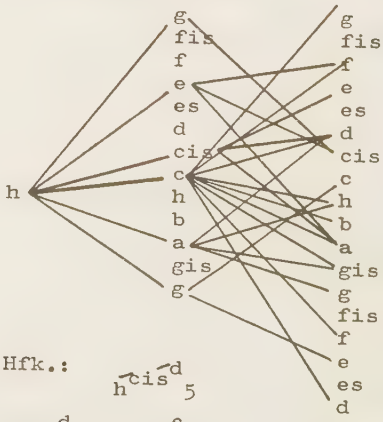
6.Stufe (natürlich) b



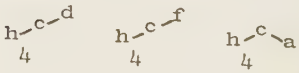
Hfk.:



6.Stufe (alteriert) h

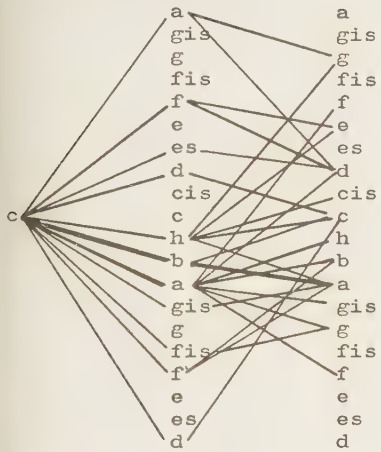


Hfk.:



zu Abb. 23

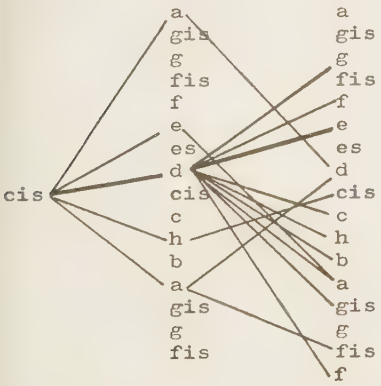
7.Stufe (natürlich) c



Hfk.: c-b-a 14 c-f-d 4 c-a-b 4

c-d-c 3 c-h-c 3 c-a-h 3

7.Stufe (alteriert, Leitton) cis



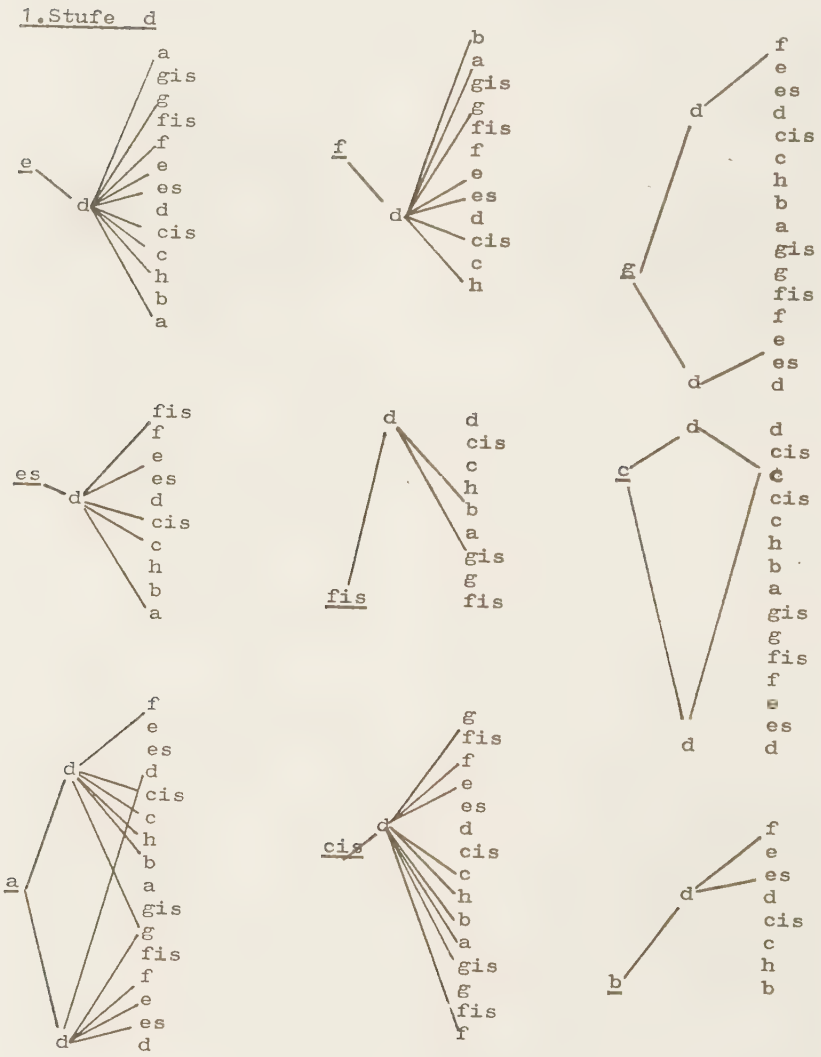
Hfk.: cis-d-e 9 cis-d-g 4 cis-d-c 4

cis-d-h 3 cis-d-a 3

Häufigste Übergänge:

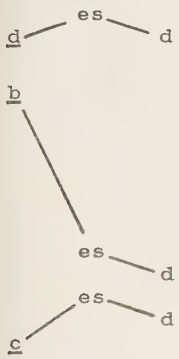
26	f-e-d	3-2-1
21	g-f-e	4-3-2
14	d-cis-d	1-7+-1
14	b-a-g	6-5-4
14	c-b-a	7-6-5
13	d-e-f	1-2-3
11	g-e-f	4-2-3
10	d-c-b	1-7-6
9	e-f-g	2-3-4
9	a-g-f	5-4-3
9	cis-d-e	7+-1-2
8	e-d-e	2-1-2
8	e-cis-d	2-7+-1
8	f-g-f	3-4-3
8	a-d-h	5-1-6+
7	d-h-c	1-6+-7
7	e-f-e	2-3-2
7	e-f-d	2-3-1
7	e-d-cis	2-1-7+
7	e-d-c	2-1-7
7	g-a-b	4-5-6
7	a-h-c	5-6+-7

Abb.24 Übergangstabelle (Auszug)
Tonartstufen als Mittelpunkt der Intervallfolge
J.S.Bach Kunst der Fuge Contrapunctus 1



zu Abb. 24

2.Stufe (alteriert) es



f -
fis -
g -
gis -
a -
h -
cis -

4.Stufe (alteriert) gis

es -
e -
h -
cis -

zu Abb. 24

5.Stufe a

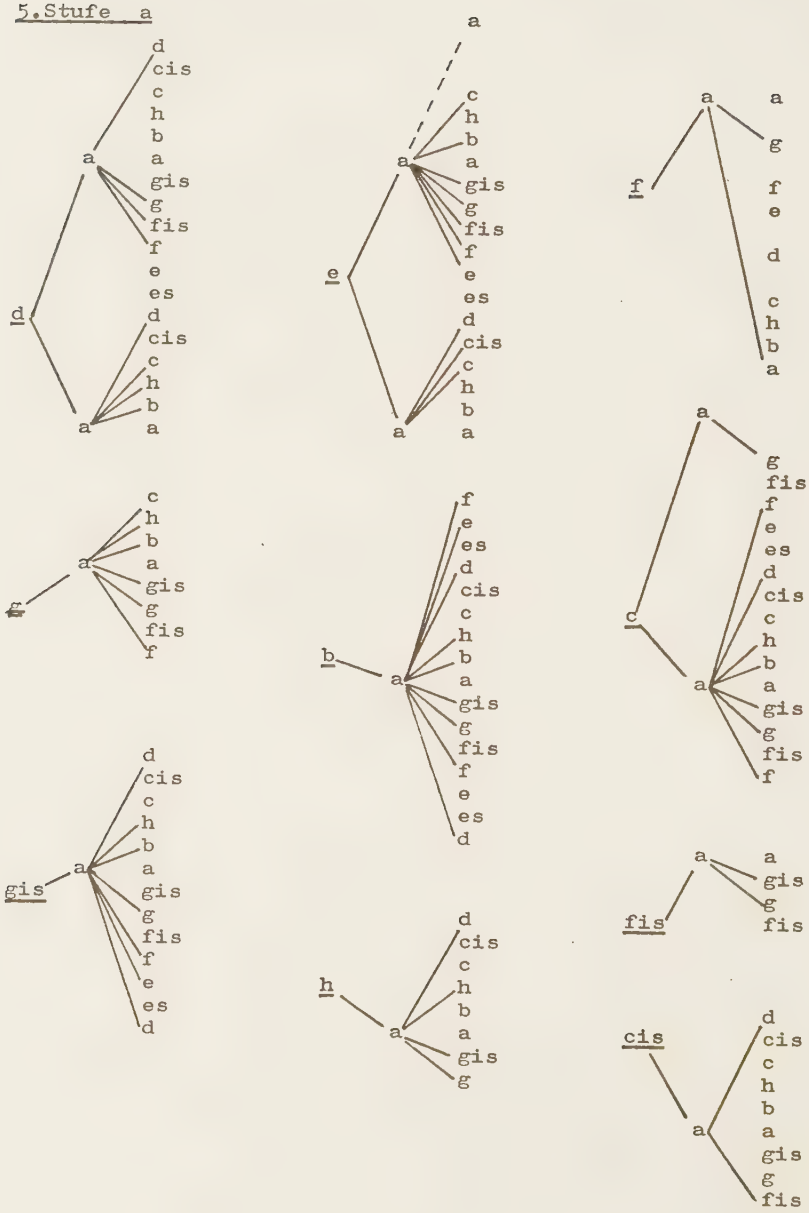


Abb. 25

U E B E R G A N G S T A B E L L E

WEBERN OP.10/3

UEBERGAENGE VOM 1.TON DER FOLGE AUS

ABSCHNITT 1 (ALLE INTERVALLE)

TON	NR	HFK	INTERVALL(E)					
C:	1	2	-5	-9	7	13	- 6GR	+ 8UE
	2	1	4	6	-5	-8	+ 5VM	- 6KL
#C:	1	14	1	0	-1	0	+ 2VM	- 2VM
	2	1	1	0	-16	-26	+ 2VM	-17VM
	3	1	3	4	-2	-3	+ 4VM	- 3KL
@D:	1	14	-1	0	1	0	- 2VM	+ 2VM
	2	1	-16	-26	6	9	-17VM	+ 7VM
D:	1	1	-2	-4	8	15	- 3GR	+ 9UE
	2	1	-1	-1	3	4	- 2KL	+ 4VM
#D:	1	17	1	1	-1	-1	+ 2KL	- 2KL
@E:	1	1	7	13	3	4	+ 8UE	+ 4VM
	2	1	7	13	13	22	+ 8UE	+14KL
	3	1	-4	-7	-4	-6	- 5RN	- 5VM
E:	1	17	-1	-1	1	1	- 2KL	+ 2KL
	2	1	-6	-11	6	10	- 7GR	+ 7KL
F:	1	1	6	10	-3	-4	+ 7KL	- 4VM
	2	1	-11	-18	4	7	-12VM	+ 5RN
	3	1	-2	-3	3	5	- 3KL	+ 4RN
#F:	1	1	5	8	-1	-1	+ 6KL	- 2KL
@G:	1	1	-5	-8	6	11	- 6KL	+ 7GR
G:	1	1	3	5	-5	-9	+ 4RN	- 6GR
#G:	1	14	1	0	-1	0	+ 2VM	- 2VM
	2	1	1	0	2	4	+ 2VM	+ 3GR
@A:	1	14	-1	0	1	0	- 2VM	+ 2VM
B:	1	1	4	7	4	6	+ 5RN	+ 5VM
	2	1	6	9	4	8	+ 7VM	+ 5UE

ABSCHNITT 2 (NUR VON BETONUNGSPUNKT ZU BETONUNGSPUNKT)

TON	NR	HFK	INTERVALL(E)					
C:	1	1	4	6	-5	-8	+ 5VM	- 6KL
#C:	1	1	-15	-26	6	9	-16GR	+ 7VM
D:	1	1	2	3	1	2	+ 3KL	+ 2GR
	2	1	-2	-4	8	15	- 3GR	+ 9UE
@E:	1	1	-4	-7	-4	-6	- 5RN	- 5VM
F:	1	1	-11	-18	4	7	-12VM	+ 5RN
@G:	1	1	-5	-8	6	11	- 6KL	+ 7GR
G:	1	1	-2	-4	20	35	- 3GR	+21GR
B:	1	1	4	7	4	6	+ 5RN	+ 5VM
	2	1	6	9	4	8	+ 7VM	+ 5UE

U E B E R G A N G S T A B E L L E Abb. 26

HINDEMITH SYMPHONIE MATHIS 1.SATZ T.39 FF.

UEBERGAENGE VOM 1.TON DER FOLGE AUS
ABSCHNITT 2

TON	NR	HFK	INTERVALL(E)					
G:	1	29	-1	-1	-1	-2	- 2KL	- 2GR
	2	18	1	2	1	2	+ 2GR	+ 2GR
	3	14	-3	-5	3	5	- 4RN	+ 4RN
	4	14	-1	-2	-1	-2	- 2GR	- 2GR
	5	13	-1	-2	-1	-1	- 2GR	- 2KL
	6	8	1	2	-1	-2	+ 2GR	- 2GR
	7	8	-1	-2	-3	-5	- 2GR	- 4RN
	8	8	-1	-1	4	7	- 2KL	+ 5RN
	9	7	2	3	-1	-1	+ 3KL	- 2KL
	10	7	-1	-2	1	2	- 2GR	+ 2GR
	11	6	4	7	-4	-7	+ 5RN	- 5RN
	12	5	1	1	1	2	+ 2KL	+ 2GR
	13	5	7	12	1	2	+ 8RN	+ 2GR
	14	5	-7	-12	7	12	- 8RN	+ 8RN
	15	5	-3	-5	2	4	- 4RN	+ 3GR
	16	5	-1	-2	3	5	- 2GR	+ 4RN
	17	4	1	2	1	1	+ 2GR	+ 2KL
	18	4	1	2	2	3	+ 2GR	+ 3KL
	19	4	1	2	-7	-12	+ 2GR	- 8RN
	20	4	2	3	-2	-3	+ 3KL	- 3KL
	21	4	-4	-7	2	3	- 5RN	+ 3KL
	22	4	-1	-1	0	-1	- 2KL	- 1UE
	23	4	-1	-1	-3	-5	- 2KL	- 4RN
	24	3	1	2	4	7	+ 2GR	+ 5RN
	25	3	1	2	-2	-4	+ 2GR	- 3GR
	26	3	1	2	-2	-3	+ 2GR	- 3KL
	27	3	1	2	-1	-1	+ 2GR	- 2KL
	28	3	3	5	-1	-1	+ 4RN	- 2KL
	29	3	4	7	-1	-1	+ 5RN	- 2KL
	30	3	6	11	1	1	+ 7GR	+ 2KL
	31	3	-2	-3	1	2	- 3KL	+ 2GR
	32	3	-1	-1	1	1	- 2KL	+ 2KL
	33	2	1	1	0	1	+ 2KL	+ 1UE
	34	2	1	1	-2	-3	+ 2KL	- 3KL
	35	2	1	2	7	12	+ 2GR	+ 8RN
	36	2	1	2	-3	-5	+ 2GR	- 4RN
	37	2	2	3	-1	-2	+ 3KL	- 2GR
	38	2	3	5	2	3	+ 4RN	+ 3KL
	39	2	-4	-7	1	2	- 5RN	+ 2GR
	40	2	-2	-4	-1	-1	- 3GR	- 2KL
	41	2	-2	-3	3	5	- 3KL	+ 4RN
	42	2	-2	-3	-1	-2	- 3KL	- 2GR
	43	2	-1	-1	2	3	- 2KL	+ 3KL
	44	2	-1	-1	2	4	- 2KL	+ 3GR
	45	2	-1	-1	-4	-7	- 2KL	- 5RN
	46	1	0	-1	4	7	- 1UE	+ 5RN
	47	1	1	1	3	5	+ 2KL	+ 4RN
	48	1	1	1	8	14	+ 2KL	+ 9GR
	49	1	1	1	-6	-9	+ 2KL	- 7VM
	50	1	1	1	-1	-1	+ 2KL	- 2KL
	51	1	1	2	-5	-9	+ 2GR	- 6GR
	52	1	2	3	-3	-5	+ 3KL	- 4RN
	53	1	2	4	2	3	+ 3GR	+ 3KL
	54	1	2	4	3	5	+ 3GR	+ 4RN
	55	1	2	4	-2	-4	+ 3GR	- 3GR

zu Abb. 26

56	1	3	5	3	5	+ 4RN + 4RN
57	1	3	6	-1	-2	+ 4UE - 2GR
58	1	4	7	1	2	+ 5RN + 2GR
59	1	4	7	-6	-10	+ 5RN - 7KL
60	1	5	8	-1	-2	+ 6KL - 2GR
61	1	5	9	-3	-5	+ 6GR - 4RN
62	1	6	11	-9	-16	+ 7GR -10GR
63	1	7	12	-8	-13	+ 8RN - 9KL
64	1	7	12	-6	-10	+ 8RN - 7KL
65	1	10	18	-5	-9	+11UE - 6GR
66	1	13	22	-1	-2	+14KL - 2GR
67	1	-8	-13	1	1	- 9KL + 2KL
68	1	-7	-12	3	5	- 8RN + 4RN
69	1	-6	-10	7	12	- 7KL + 8RN
70	1	-5	-8	0	-1	- 6KL - 1UE
71	1	-4	-7	4	7	- 5RN + 5RN
72	1	-4	-7	-1	-1	- 5RN - 2KL
73	1	-3	-5	1	2	- 4RN + 2GR
74	1	-3	-5	-3	-5	- 4RN - 4RN
75	1	-2	-4	-2	-3	- 3GR - 3KL
76	1	-2	-3	1	1	- 3KL + 2KL
77	1	-2	-3	4	7	- 3KL + 5RN
78	1	-1	-2	2	4	- 2GR + 3GR
79	1	-1	-2	4	7	- 2GR + 5RN
80	1	-1	-2	7	12	- 2GR + 8RN
81	1	-1	-2	15	26	- 2GR +16GR
82	1	-1	-2	-8	-13	- 2GR - 9KL
83	1	-1	-2	-2	-3	- 2GR - 3KL
84	1	-1	-1	1	2	- 2KL + 2GR
85	1	-1	-1	3	5	- 2KL + 4RN
86	1	-1	-1	5	8	- 2KL + 6KL
87	1	-1	-1	6	9	- 2KL + 7VM
88	1	-1	-1	6	10	- 2KL + 7KL
89	1	-1	-1	7	12	- 2KL + 8RN
90	1	-1	-1	-2	-3	- 2KL - 3KL
1	27	-1	-2	-1	-2	- 2GR - 2GR
2	14	-1	-2	-1	-1	- 2GR - 2KL
3	13	-1	-2	1	2	- 2GR + 2GR
4	10	1	1	1	2	+ 2KL + 2GR
5	8	1	2	1	1	+ 2GR + 2KL
6	8	2	3	-1	-1	+ 3KL - 2KL
7	8	-2	-3	1	1	- 3KL + 2KL
8	7	1	2	1	2	+ 2GR + 2GR
9	7	1	2	-2	-4	+ 2GR - 3GR
10	7	4	7	-4	-7	+ 5RN - 5RN
11	7	-1	-1	-1	-2	- 2KL - 2GR
12	6	1	2	2	3	+ 2GR + 3KL
13	5	1	2	4	7	+ 2GR + 5RN
14	5	3	5	1	2	+ 4RN + 2GR
15	5	-4	-7	2	3	- 5RN + 3KL
16	4	1	2	-4	-7	+ 2GR - 5RN
17	4	2	3	-2	-4	+ 3KL - 3GR
18	4	-3	-5	3	5	- 4RN + 4RN
19	4	-1	-2	-3	-5	- 2GR - 4RN
20	3	2	3	1	2	+ 3KL + 2GR
21	3	6	10	-1	-2	+ 7KL - 2GR
22	3	-5	-9	-1	-1	- 6GR - 2KL
23	3	-3	-5	1	2	- 4RN + 2GR

zu Abb. 26

24	2	0	-1	7	12	- 1UE + 8RN
25	2	0	-1	-1	-1	- 1UE - 2KL
26	2	1	1	4	7	+ 2KL + 5RN
27	2	1	1	-1	-1	+ 2KL - 2KL
28	2	1	2	-1	-2	+ 2GR - 2GR
29	2	2	3	-3	-5	+ 3KL - 4RN
30	2	3	5	3	5	+ 4RN + 4RN
31	2	3	5	-7	-12	+ 4RN - 8RN
32	2	3	5	-1	-2	+ 4RN - 2GR
33	2	4	7	-1	-2	+ 5RN - 2GR
34	2	-9	-16	-1	-1	-10GR - 2KL
35	2	-4	-7	1	2	- 5RN + 2GR
36	2	-2	-4	1	2	- 3GR + 2GR
37	2	-1	-3	-3	-5	- 2UE - 4RN
38	2	-1	-2	3	5	- 2GR + 4RN
39	1	1	1	0	1	+ 2KL + 1UE
40	1	1	1	8	13	+ 2KL + 9KL
41	1	1	1	-3	-5	+ 2KL - 4RN
42	1	1	1	-2	-3	+ 2KL - 3KL
43	1	1	2	3	5	+ 2GR + 4RN
44	1	1	2	5	8	+ 2GR + 6KL
45	1	1	2	-5	-9	+ 2GR - 6GR
46	1	1	2	-2	-3	+ 2GR - 3KL
47	1	2	3	-2	-3	+ 3KL - 3KL
48	1	3	5	2	3	+ 4RN + 3KL
49	1	3	5	-4	-7	+ 4RN - 5RN
50	1	3	5	-2	-4	+ 4RN - 3GR
51	1	4	6	3	6	+ 5VM + 4UE
52	1	4	6	-1	-2	+ 5VM - 2GR
53	1	4	7	-8	-14	+ 5RN - 9GR
54	1	4	7	-6	-11	+ 5RN - 7GR
55	1	5	8	-7	-12	+ 6KL - 8RN
56	1	7	12	1	1	+ 8RN + 2KL
57	1	11	18	-7	-11	+12VM - 8VM
58	1	16	27	-1	-1	+17KL - 2KL
59	1	-9	-17	1	2	-10UE + 2GR
60	1	-8	-14	1	2	- 9GR + 2GR
61	1	-7	-12	3	5	- 8RN + 4RN
62	1	-7	-12	5	8	- 8RN + 6KL
63	1	-6	-11	1	2	- 7GR + 2GR
64	1	-6	-11	6	11	- 7GR + 7GR
65	1	-6	-10	2	3	- 7KL + 3KL
66	1	-6	-10	5	8	- 7KL + 6KL
67	1	-5	-9	1	2	- 6GR + 2GR
68	1	-4	-7	4	7	- 5RN + 5RN
69	1	-4	-7	5	8	- 5RN + 6KL
70	1	-3	-5	2	3	- 4RN + 3KL
71	1	-3	-5	2	4	- 4RN + 3GR
72	1	-2	-4	2	4	- 3GR + 3GR
73	1	-2	-4	4	7	- 3GR + 5RN
74	1	-2	-4	-4	-7	- 3GR - 5RN
75	1	-2	-3	1	2	- 3KL + 2GR
76	1	-2	-3	3	5	- 3KL + 4RN
77	1	-2	-3	9	15	- 3KL +10KL
78	1	-1	-2	1	1	- 2GR + 2KL
79	1	-1	-2	-3	-6	- 2GR - 4UE
80	1	-1	-2	-2	-4	- 2GR - 3GR
81	1	-1	-1	1	1	- 2KL + 2KL

Abb. 27 Ü b e r g a n g s t a b e l l e

Webern op.10/5

E B E R G A N G S T A B E L L E

EBERN OP.10/5

EBERGAENGE VOM 1.TON DER FOLGE AUS

SCHNITT 1

ØN	NR	HFK	INTERVALL(E)				
	1	1	7	13	5	9	+ 8UE + 6GR
	2	1	-6	-9	-13	-23	- 7VM -14GR
	1	1	3	5	-5	-8	+ 4RN - 6KL
	2	1	5	9	-8	-14	+ 6GR - 9GR
	3	1	-4	-7	12	21	- 5RN +13GR
	4	1	-2	-4	-3	-5	- 3GR - 4RN
	1	3	-3	-5	4	6	- 4RN + 5VM
	2	1	-6	-11	0	-1	- 7GR - 1UE
	3	1	-1	-3	3	5	- 2UE + 4RN
	1	1	-1	-1	3	5	- 2KL + 4RN
	2	1	-1	-1	-4	-7	- 2KL - 5RN
	1	4	1	2	-1	-2	+ 2GR - 2GR
	2	2	0	-1	-1	-1	- 1UE - 2KL
	3	1	8	14	-2	-3	+ 9GR - 3KL
	4	1	17	29	-9	-16	+18RN -10GR
	5	1	-18	-32	4	7	-19UE + 5RN
	6	1	-13	-23	0	1	-14GR + 1UE
	7	1	-7	-12	-1	-2	- 8RN - 2GR
	8	1	-6	-11	-2	-4	- 7GR - 3GR
	9	1	-3	-5	2	4	- 4RN + 3GR
	10	1	-3	-5	-6	-11	- 4RN - 7GR
	11	1	-1	-2	-2	-4	- 2GR - 3GR
E:	1	7	2	3	-2	-3	+ 3KL - 3KL
	2	1	1	2	-4	-7	+ 2GR - 5RN
	3	1	2	3	10	19	+ 3KL +11DU
	4	1	10	18	1	1	-11UE + 2KL
	5	1	10	18	6	9	+11UE + 7VM
	6	1	-2	-4	7	13	- 3GR + 8UE
E:	1	3	-1	-2	1	2	- 2GR + 2GR
	2	1	-2	-3	3	4	- 3KL + 4VM
	3	1	-1	-2	17	29	- 2GR +18RN
F:	1	1	2	3	-8	-13	+ 3KL - 9KL
	2	1	3	5	-6	-11	+ 4RN - 7GR
	3	1	3	6	5	8	+ 4UE + 6KL
	4	1	12	21	-3	-5	+13GR - 4RN
	5	1	18	32	-3	-5	+19UE - 4RN
	6	1	24	42	-7	-13	+25UE - 8UE
	7	1	-5	-8	-6	-11	- 6KL - 7GR
	8	1	-4	-7	-2	-3	- 5RN - 3KL
#F:	1	1	2	3	-5	-8	+ 3KL - 6KL
	2	1	9	15	-2	-3	+10KL - 3KL
	3	1	-6	-10	3	4	- 7KL + 4VM
ØG:	1	7	-2	-3	2	3	- 3KL + 3KL
	2	1	4	7	-12	-20	+ 5RN -13KL
	3	1	10	19	-6	-11	+11DU - 7GR
	4	1	21	37	0	-1	+22UE - 1UE
	5	1	-8	-13	3	5	- 9KL + 4RN
G:	1	1	0	-1	21	37	- 1UE +22UE
	2	1	0	-1	-16	-27	- 1UE -17KL
	3	1	1	1	-4	-6	+ 2KL - 5VM
	4	1	1	1	-1	-1	+ 2KL - 2KL
	5	1	12	21	-7	-13	+13GR - 8UE
	6	1	14	24	-13	-22	+15RN -14KL
	7	1	15	26	1	1	+16GR + 2KL
	8	1	-13	-22	-7	-13	-14KL - 8UE
	9	1	-9	-16	1	2	-10GR + 2GR
	10	1	-1	-1	9	15	- 2KL +10KL
#G:	1	1	1	1	-3	-6	+ 2KL - 4UE
	2	1	3	4	3	5	+ 4VM + 4RN
	3	1	4	6	-18	-32	+ 5VM -19UE
	4	1	4	6	-4	-7	+ 5VM - 5RN
ØA:	1	1	1	2	-6	-11	+ 2GR - 7GR
	2	1	-4	-6	0	-1	- 5VM - 1UE
	3	1	-3	-5	10	18	- 4RN +11UE
	4	1	-1	-1	0	-1	- 2KL - 1UE
	5	1	-1	-1	15	26	- 2KL +16GR
A:	1	2	1	1	0	1	+ 2KL + 1UE
	2	1	2	4	-13	-23	+ 3GR -14GR
	3	1	6	9	-8	-13	+ 7VM - 9KL
	4	1	10	17	-6	-11	+11RN - 7GR
	5	1	-8	-14	7	11	- 9GR + 8VM
	6	1	-7	-13	-1	-1	- 8UE - 2KL
	7	1	-6	-11	5	9	- 7GR + 6GR
	8	1	-5	-8	-1	-3	- 6KL - 2UE
	9	1	-3	-6	2	3	- 4UE + 3KL
	10	1	-2	-3	-6	-10	- 3KL - 7KL
ØB:	1	1	0	1	-7	-13	+ 1UE - 8UE
	2	1	2	4	-3	-5	+ 3GR - 4RN
	3	1	3	5	-2	-3	+ 4RN - 3KL
	4	1	5	9	14	24	+ 6GR +15RN
	5	1	-6	-11	0	2	- 7GR + 1DU
	6	1	-6	-11	11	20	- 7GR +12UE
	7	1	-2	-3	1	1	- 3KL + 2KL
	8	1	-1	-1	10	17	- 2KL +11RN
B:	1	2	-7	-13	-5	-8	- 8UE - 6KL
	2	1	1	1	0	1	+ 2KL + 1UE
	3	1	5	8	1	1	+ 6KL + 2KL

Abb. 28

Ü b e r g a n g s k e t t e n

Honegger Pastorale d'Ete

Übergänge vom 2.Ton der Folge aus,
d.h. Übergangston ist Mittelpunkt der Folge
Auswahl (nur F und Bb im Mittelteil (T.48-108),
Tonart nach Bb-Dur tendierend)

U E B E R G A N G S T A B E L L E

HONEGGER PASTORALE D'ETE

UEBERGAENGE VOM 2.TON DER FOLGE AUS
(UEBERGANGSTON IST MITTELPUNKT DER FOLGE)
AUSWAHL (NUR VON F UND #B AUS, TONART NACH #B-DUR TENDIERENDE)

ABSCHNITT 2 (T. 48 - 107 INCL.)

TON	NR	HFK	INTERVALL(E)															
F:	1	19	-1	-2	-1	-2	-	2GR	-	2GR	#B:	1	30	-1	-1	-1	-1	- 2KL - 2KL
	2	17	1	2	3	5	+	2GR	+	4RN		2	29	1	1	1	1	+ 2KL + 2KL
	3	16	2	3	-1	-2	+	3KL	-	2GR		3	27	-1	-1	-1	-2	- 2KL - 2GR
	4	8	-3	-5	3	5	-	4RN	+	4RN		4	23	1	2	1	1	+ 2GR + 2KL
	5	8	-1	-2	1	2	-	2GR	+	2GR		5	17	3	5	-1	-1	+ 4RN - 2KL
	6	5	7	12	-2	-3	+	8RN	-	3KL		6	14	-1	-2	-3	-5	- 2GR - 4RN
	7	4	1	2	-1	-2	+	2GR	-	2GR		7	12	3	5	1	2	+ 4RN + 2GR
	8	4	4	7	1	2	+	5RN	+	2GR		8	11	1	2	-1	-2	+ 2GR - 2GR
	9	4	-3	-5	7	12	-	4RN	+	8RN		9	11	-1	-2	1	2	- 2GR + 2GR
	10	3	1	1	-1	-2	+	2KL	-	2GR		10	9	-1	-2	-1	-2	- 2GR - 2GR
	11	3	-3	-5	4	7	-	4RN	+	5RN		11	6	1	2	1	2	- 2GR + 2GR
	12	3	-3	-5	-1	-2	-	4RN	-	2GR		12	4	-4	-7	4	7	- 5RN + 5RN
	13	3	-1	-2	-4	-7	-	2GR	-	5RN		13	3	1	2	-1	-1	+ 2GR - 2KL
	14	3	-1	-1	-1	-2	-	2KL	-	2GR		14	3	2	3	-3	-5	+ 3KL - 4RN
	15	2	1	2	0	-1	+	2GR	-	1UE		15	3	2	4	-1	-2	+ 3GR - 2GR
	16	2	1	2	-2	-3	+	2GR	-	3KL		16	3	-1	-2	-1	-1	- 2GR - 2KL
	17	2	3	5	-1	-2	+	4RN	-	2GR		17	2	1	1	1	2	+ 2KL + 2GR
	18	2	-4	-7	-2	-3	-	5RN	-	3KL		18	2	1	2	0	1	+ 2GR + 1UE
	19	2	-1	-2	1	1	-	2GR	+	2KL		19	2	-2	-3	1	1	- 3KL + 2KL
	20	2	-1	-2	-6	-10	-	2GR	-	7KL		20	2	-1	-2	2	4	- 2GR + 3GR
	21	1	0	-1	-4	-7	-	1UE	-	5RN		21	1	0	-1	4	7	- 1UE + 5RN
	22	1	1	2	0	1	+	2GR	+	1UE		22	1	0	-1	-5	-9	- 1UE - 6GR
	23	1	1	2	1	2	+	2GR	+	2GR		23	1	0	-1	-1	-1	- 1UE - 2KL
	24	1	1	2	2	3	+	2GR	+	3KL		24	1	1	1	0	1	+ 2KL + 1UE
	25	1	2	3	4	7	+	3KL	+	5RN		25	1	1	1	-3	-5	+ 2KL - 4RN
	26	1	2	4	0	1	+	3GR	+	1UE		26	1	1	1	-1	-2	+ 2KL - 2GR
	27	1	3	5	7	12	+	4RN	+	8RN		27	1	1	2	3	5	+ 2GR + 4RN
	28	1	4	6	-2	-3	+	5VM	-	3KL		28	1	1	2	-3	-5	+ 2GR - 4RN
	29	1	4	7	-2	-3	+	5RN	-	3KL		29	1	1	2	-2	-4	+ 2GR - 3GR
	30	1	4	7	-1	-2	+	5RN	-	2GR		30	1	2	3	2	4	+ 3KL + 3GR
	31	1	11	19	-2	-3	+	12RN	-	3KL		31	1	6	10	-1	-2	+ 7KL - 2GR
	32	1	-8	-14	-2	-3	-	9GR	-	3KL		32	1	7	12	-1	-1	+ 8RN - 2KL
	33	1	-5	-9	1	2	-	6GR	+	2GR		33	1	-10	-17	-1	-2	-11RN - 2GR
	34	1	-5	-9	3	5	-	6GR	+	4RN		34	1	-7	-12	7	12	- 8RN + 8RN
	35	1	-3	-5	-2	-3	-	4RN	-	3KL		35	1	-2	-3	2	3	- 3KL + 3KL
	36	1	-2	-3	-1	-1	-	3KL	-	2KL		36	1	-1	-2	3	6	- 2GR + 4UE
	37	1	-1	-2	0	1	-	2GR	+	1UE		37	1	-1	-2	4	7	- 2GR + 5RN
	38	1	-1	-2	3	5	-	2GR	+	4RN		38	1	-1	-2	5	9	- 2GR + 6GR
	39	1	-1	-2	5	9	-	2GR	+	6GR		39	1	-1	-2	8	14	- 2GR + 9GR
	40	1	-1	-2	8	14	-	2GR	+	9GR		40	1	-1	-2	11	19	- 2GR +12RN
	41	1	-1	-2	-2	-3	-	2GR	-	3KL		41	1	-1	-2	-7	-12	- 2GR - 8RN
	42	1	-1	-1	1	1	-	2KL	+	2KL		42	1	-1	-2	-2	-3	- 2GR - 3KL
												43	1	-1	-1	2	3	- 2KL - 3KL
												44	1	-1	-1	-2	-4	- 2KL - 3GR

Abb. 29 I n t e r v a l l k e t t e n
von bestimmten Anfangspunkten aus
Bach Kunst der Fuge Contrapunctus 1

a) Computer-Output mit Angaben zur Auswahl-Regelung
Betonungspunkt: V1 (Taktanfang)

```
T O N F O L G E N

BACH     KUNST DER FUGE  CONTRAPUNCTUS 1

ABSCHNITT 1:                                        GANZES WERK

GRENZEN DER TONFOLGEN:
  ZAHL DER TOENE IN DER FOLGE:                       5
  ZEITDAUER EINER FOLGE:                            TAKTE: ---    (ODER) DAUER: ---
       MINDESTZEITDAUER:                            TAKTE: ---    (ODER) DAUER: ---
  ANFANGSPUNKT(E) DER TONFOLGEN:                    V1

UNTERBRECHUNG DER TONFOLGE:
  A)  DURCH PAUSEN:
      MINDESTLAENGE 1 (KONSTANT):                   TAKTE:  4     (ODER) DAUER: H   (NOTENWERT)
      MINDESTLAENGE 2 (MITTELWERT):                 -----
        MINDESTDAUER FUER MITTELWERTRECHNUNG:       -----
        HOECHSTDAUER FUER MITTELWERTRECHNUNG:       -----
  B)  DURCH TOENE:                                  -----
      MINDESTLAENGE 1 (KONSTANT):                   TAKTE: ---    (ODER) DAUER: ---
      MINDESTLAENGE 2 (MITTELWERT):                 -----
        MINDESTDAUER FUER MITTELWERTRECHNUNG:       -----
        HOECHSTDAUER FUER MITTELWERTRECHNUNG:       -----
        NEUE FOLGE NACH UNTERBRECHENDEM TON:        NEIN
  C)  AN BESTIMMTEN UNTERBRECHUNGSPUNKTEN:          -----

BEDINGUNGEN FUER DIE AUFNAHME IN DIE TONFOLGE:
  INSTRUMENTENAUSWAHL:                              ALLE
  MINDESTLAENGE:                                    -----
  ATTRIBUTE:   POSITIV VERBUNDEN:                   -----
               POSITIV WAHLWEISE:                   -----
               NEGATIV VERBUNDEN:                   -----
               NEGATIV WAHLWEISE:                   -----
  BEGINN AUF SCHWERPUNKTEN:                         -----

BESONDERE VEREINBARUNGEN:
  WERTUNG DER TONDAUERN NACH RELATIVER LAENGE (NOTENWERT)
  KEINE VERBINDUNG VON FOLGETOENEN
  GTZ =  4

AUFGEZEICHNETE TONFOLGEN:                            235
```

zu Abb. 29

b) Intervallketten nur vom Taktanfang ausgehend

I N T E R V A L L E
NACH HAEUFIGKEIT GEORDNET
(NUR MEHRMALIG AUFTRETENDE)

BACH KUNST DER FUGE CONTRAPUNCTUS 1

ABSCHNITT: 1

HFT	NR	INTERVALL(FOLGE)																			
10	1	1	1	1	2	1	1	1	2	+ 2KL	= 2GR	+ 2KL	+ 2GR	#C:	6	#F:	1	#G:	3
10	135	-2	-3	-1	-1	1	1	1	1	- 3KL	- 2KL	+ 2KL	+ 2GR	C:	3	F:	6	@B:	1
8	30	1	2	-1	-2	-1	-1	-1	-2	+ 2GR	- 2GR	- 2KL	- 2GR	F:	6	@B:	2		
5	62	4	7	-2	-4	-2	-3	-1	-1	+ 5RN	- 3GR	- 3KL	- 2KL	D:	4	A:	1		
5	108	-2	-3	1	1	3	5	-2	-3	- 3KL	+ 2KL	+ 4RN	- 3KL	D:	3	E:	1	G:	1
5	148	-1	-2	-1	-2	-1	-1	-1	-2	- 2GR	- 2GR	- 2KL	- 2GR	D:	3	A:	2		
4	96	-2	-4	1	2	3	5	-2	-3	- 3GR	+ 2GR	+ 4RN	- 3KL	D:	1	A:	3		
3	29	1	2	-1	-2	-1	-2	-1	-1	+ 2GR	- 2GR	- 2GR	- 2KL	C:	3				
3	52	3	5	-2	-4	-2	-3	-1	-1	+ 4RN	- 3GR	- 3KL	- 2KL	E:	2	A:	1		
3	99	-2	-4	3	5	-2	-3	1	1	- 3GR	+ 4RN	- 3KL	+ 2KL	#C:	1	#F:	2		
3	116	-2	-3	1	1	-1	-1	3	5	- 3KL	+ 2KL	- 2KL	+ 4RN	C:	1	D:	1	G:	1
3	121	-2	-3	1	2	3	5	-2	-3	- 3KL	+ 2GR	+ 4RN	- 3KL	C:	1	@B:	2		
3	154	-1	-2	-1	-1	-1	-2	1	2	- 2GR	- 2KL	- 2GR	+ 2GR	D:	1	G:	1	A:	1
2	13	1	1	-1	-1	1	2	1	1	+ 2KL	- 2KL	+ 2GR	+ 2KL	E:	1	B:	1		
2	15	1	1	-1	-1	-1	-2	-1	-2	+ 2KL	- 2KL	- 2GR	- 2GR	D:	1	A:	1		
2	16	1	2	1	1	1	2	1	2	+ 2GR	+ 2KL	+ 2GR	+ 2GR	D:	1	G:	1		
2	34	2	3	-1	-2	-1	-1	1	1	+ 3KL	- 2GR	- 2KL	+ 2KL	A:	2				
2	38	2	3	-1	-1	2	3	-1	-2	+ 3KL	- 2KL	+ 3KL	- 2GR	D:	1	E:	1		
2	42	2	3	-1	-1	-1	-2	-1	-2	+ 3KL	- 2KL	- 2GR	- 2GR	D:	2				
2	53	3	5	-2	-3	1	1	-1	-1	+ 4RN	- 3KL	+ 2KL	- 2KL	D:	1	E:	1		
2	54	3	5	-1	-2	-2	-3	-1	-1	+ 4RN	- 2GR	- 3KL	- 2KL	A:	2				
2	58	3	5	-1	-1	-1	-2	1	2	+ 4RN	- 2KL	- 2GR	+ 2GR	E:	1	A:	1		
2	86	-4	-6	3	5	1	1	-1	-1	- 5VM	+ 4RN	+ 2KL	- 2KL	F:	2				
2	104	-2	-3	1	1	1	2	1	1	- 3KL	+ 2KL	+ 2GR	+ 2KL	E:	2				
3	119	-2	-3	1	2	1	1	-1	-2	- 3KL	+ 2GR	+ 2KL	- 2GR	D:	2				
3	126	-2	-3	3	5	-2	-3	3	5	- 3KL	+ 4RN	- 3KL	+ 4RN	F:	1	@B:	1		
2	149	-1	-2	-1	-1	1	1	1	2	- 2GR	- 2KL	+ 2KL	+ 2GR	A:	1	B:	1		
2	156	-1	-2	-1	-1	-1	-2	-1	-1	- 2GR	- 2KL	- 2GR	- 2KL	G:	2				

zu Abb. 29

c) Intervallketten, die vom Taktanfang und vom Beginn des 3.Viertels ausgehen

I N T E R V A L L E
NACH HAEUFIGKEIT GEORDNET (NUR MEHRMALIG AUFTRETENDE)

BACH KUNST DER FUGE CONTRAPUNCTUS 1

ABSCHNITT: 2

HFT	NR	INTERVALL(FOLGE)																					
10	1	1	1	1	2	1	1	1	2	+ 2KL	+ 2GR	+ 2KL	+ 2GR	#C:	6	#F:	1	#G:	3				
10	26	1	2	1	1	1	2	-1	-2	+ 2GR	+ 2KL	+ 2GR	- 2GR	D:	6	G:	1	A:	3				
10	52	1	2	-1	-2	-1	-1	-1	-2	+ 2GR	- 2GR	- 2KL	- 2GR	C:	1	F:	7	@B:	2				
10	215	-2	-3	-1	-1	1	1	1	1	- 3KL	- 2KL	+ 2KL	+ 2GR	C:	3	F:	6	@B:	1				
10	245	-1	-1	1	1	1	2	1	1	- 2KL	+ 2KL	+ 2GR	+ 2KL	D:	6	G:	1	A:	3				
8	161	-2	-4	-2	-3	-1	-1	1	1	- 3GR	- 3KL	- 2KL	+ 2KL	D:	1	E:	1	A:	6				
8	234	-1	-2	-1	-2	-1	-1	-1	-2	- 2GR	- 2GR	- 2KL	- 2GR	D:	3	A:	5						
7	264	-1	-1	-1	-2	-1	-1	1	1	- 2KL	- 2GR	- 2KL	+ 2KL	F:	6	@B:	1						
5	21	1	1	-1	-1	-1	-2	1	2	+ 2KL	- 2KL	- 2GR	+ 2GR	E:	3	A:	2						
5	168	-2	-3	1	1	3	5	-2	-3	- 3KL	+ 2KL	+ 4RN	- 3KL	D:	3	E:	1	G:	1				
4	20	1	1	-1	-1	1	2	1	1	+ 2KL	- 2KL	+ 2GR	+ 2KL	E:	1	#F:	1	A:	1	B:	1		
4	51	1	2	-1	-2	-1	-2	-1	-1	+ 2GR	- 2GR	- 2GR	- 2KL	C:	3	A:	1						
4	96	4	7	-2	-4	-2	-3	-1	-1	+ 5RN	- 3GR	- 3KL	- 2KL	D:	3	A:	1						
4	152	-2	-4	1	2	3	5	-2	-3	- 3GR	+ 2GR	+ 4RN	- 3KL	D:	1	A:	3						
4	180	-2	-3	1	1	-1	-1	3	5	- 3KL	+ 2KL	- 2KL	+ 4RN	C:	1	D:	1	G:	2				
3	24	1	2	1	1	1	2	1	2	+ 2GR	+ 2KL	+ 2GR	+ 2GR	D:	1	G:	2						
3	78	3	5	-2	-4	-2	-3	-1	-1	+ 4RN	- 3GR	- 3KL	- 2KL	E:	2	A:	1						
3	82	3	5	-2	-3	1	1	-1	-1	+ 4RN	- 3KL	+ 2KL	- 2KL	D:	1	E:	1	A:	1				
3	136	-4	-6	3	5	1	1	-1	-1	- 5VM	+ 4RN	+ 2KL	- 2KL	F:	2	@B:	1						
3	155	-2	-4	3	5	-2	-3	1	1	- 3GR	+ 4RN	- 3KL	+ 2KL	#C:	1	#F:	2						
3	164	-2	-3	1	1	1	2	1	1	- 3KL	+ 2KL	+ 2GR	+ 2KL	E:	2	A:	1						
3	185	-2	-3	1	2	1	1	-1	-2	- 3KL	+ 2GR	+ 2KL	- 2GR	D:	2								
3	188	-2	-3	1	2	3	5	-2	-3	- 3KL	+ 2GR	+ 4RN	- 3KL	C:	1	@B:	2						
3	201	-2	-3	3	5	-2	-3	3	5	- 3KL	+ 4RN	- 3KL	+ 4RN	F:	1	@B:	1						
3	232	-1	-2	-1	-2	-1	-1	1	2	- 2GR	- 2GR	- 2KL	+ 2KL	E:	2	B:	1						
3	235	-1	-2	-1	-1	1	1	1	2	- 2GR	- 2KL	+ 2KL	+ 2GR	D:	1	A:	1	B:	1				
3	241	-1	-2	-1	-1	-1	-2	1	2	- 2GR	- 2KL	- 2GR	+ 2GR	D:	1	G:	1	A:	1				
3	243	-1	-2	-1	-1	-1	-2	-1	-1	- 2GR	- 2KL	- 2GR	- 2KL	G:	3								
2	23	1	1	-1	-1	-1	-2	-1	-2	+ 2KL	- 2KL	- 2GR	- 2GR	D:	1	A:	1						
2	44	1	2	1	2	-1	-2	-1	-2	+ 2GR	+ 2GR	- 2GR	- 2GR	C:	1	G:	1						
2	57	2	3	-1	-2	-1	-1	1	1	+ 3KL	- 2GR	- 2KL	+ 2KL	A:	2								
2	61	2	3	-1	-1	2	3	-1	-2	+ 3KL	- 2KL	+ 3KL	- 2GR	D:	1	E:	1						
2	66	2	3	-1	-1	-1	-2	-1	-2	+ 3KL	- 2KL	- 2GR	- 2GR	D:	2								
2	86	3	5	-1	-2	-2	-3	-1	-1	+ 4RN	- 2GR	- 3KL	- 2KL	A:	2								
2	92	3	5	-1	-1	-1	-2	1	2	+ 4RN	- 2KL	- 2GR	+ 2GR	E:	1	A:	1						
2	174	-2	-3	1	1	-2	-3	1	2	- 3KL	+ 2KL	- 3KL	+ 2GR	E:	1	G:	1						
2	178	-2	-3	1	1	-1	-2	-1	-1	- 3KL	+ 2KL	- 2GR	- 2KL	D:	2								
2	194	-2	-3	1	2	-2	-3	1	1	- 3KL	+ 2GR	- 3KL	+ 2KL	F:	2								
2	208	-2	-3	5	8	-4	-6	3	5	- 3KL	+ 6KL	- 5VM	+ 4RN	C:	2								
2	218	-1	-2	1	2	1	1	-2	-3	- 2GR	+ 2GR	+ 2KL	- 3KL	E:	1	A:	1						
2	227	-1	-2	-2	-3	-1	-1	1	1	- 2GR	- 3KL	- 2KL	+ 2KL	D:	2								
2	259	-1	-1	-1	-2	1	2	1	1	- 2KL	- 2GR	+ 2GR	+ 2KL	D:	1	A:	1						
2	260	-1	-1	-1	-2	1	2	-4	-7	- 2KL	- 2GR	+ 2GR	- 5RN	F:	2								
2	261	-1	-1	-1	-2	2	3	-1	-1	- 2KL	- 2GR	+ 3KL	- 2KL	F:	1	G:	1						
2	262	-1	-1	-1	-2	-1	-2	1	2	- 2KL	- 2GR	- 2GR	+ 2GR	F:	1	@A:	1						

der Tabelle kommt so oft vor, daß theoretisch auch von ihm aus mehr Möglichkeiten offenstünden, als von irgendeinem anderen Ton aus jemals wahrgenommen werden. Ich sehe die Erklärung in der Informationskraft des seltenen Tons, der Bach eine bestätigende Ergänzung zuordnet. Man sieht in der Darstellung der Übergänge, daß den seltenen Tönen meist informationsarme Intervalle folgen, entweder Sekundschritte oder größere harmonieabhängige.

In Abbildung 24 erscheinen die Tonartstufen nicht als Anfangs-, sondern als Mittelpunkt der Übergangskette.

Übergangstabellen aus den Werken Hindemiths, Honeggers und Weberns folgen in den Abbildungen 25 - 28. Bei den erstgenannten Komponisten beschränkt sich die auszugsweise Wiedergabe auf Übergänge von tonartlich bevorzugten Tönen aus. Bei Webern ist auffällig, daß mehrere Töne als Ausgangspunkte bevorzugt erscheinen.

6.2.6 Weitere Intervall-Analysen

Der Suche nach Charakteristischem in Tonfolgen sind keine Grenzen gesetzt, auch nicht den Methoden der Suche. Von Interesse könnten sein: Länge von Tonfolgen (Abb.13,B), Umfang oder Gesamtintervallsumme (Abb.13,C), Ausnutzung der Übergangsmöglichkeiten, Klassifizierung der Intervallfolgen nach Charakter (ein Anfang hierzu ist in der Ordnung der Intervalle im Computer-Output gemacht (z.B. Abb.16)), Intervallfolgen von bestimmten Zeitpunkten im Takt aus (Abb.29) u.v.a.m.. Zu alledem ebnet EDM den Weg.

6.3 Zusammenklänge

Auch am Anfang dieses Kapitels ist es mir Pflicht, auf frühere quantitative Untersuchungen zum Thema hinzuweisen. Zwei Arbeitsberichte gibt es von R.Jackson, einen über die Harmonie vor und nach 1910 [84]), einen weiteren über Harmonie-Analysen (Funktionsbestimmung der Akkorde) [85]). Starken Widerhall in der Fachwelt fanden die graphischen Darstellung zu harmonischen Vorgängen von N.Böker-Heil [86]). Und auch Fucks sei mit seinen "Untersuchungen über Intervalle simulaner Töne" [87]) nicht vergessen.

Welches Ziel soll eine Harmonie-Analyse durch den Computer verfolgen? Das Zusammentragen von Zusammenklängen ist für sich allein kein wesentliches Anliegen der Musikwissenschaft. Auch Jackson's Versuch der harmonischen Analyse eines Bach-Chorals ist wenig effektiv - von Hand (und Kopf) geht es rascher. Richtungweisend erscheint Böker-Heil, bei ihm erfahren wir musikalische Zustände im Bereich der Harmonie, die nicht ohne weiteres aus dem Notenbild oder der klanglichen Realisation zu entnehmen sind.

6.3.1 Akkordtypen

Wenn auch die Auflistung von Akkordtypen allein keine wichtige wissenschaftliche Aufgabe ist, unumgänglich ist sie doch, wenn man in Harmonie-Analysen einsteigen will (vgl. Akkord-Eingabe und Harmoniedateien, 5.46).

Da also die Kenntnis der Harmoniebausteine ohnehin vorhanden ist, liegt es nahe, eine solche Akkordsammlung auch vorzustellen. Meine Wahl fiel auf Hindemith, weil in seinem Fall die Akkordliste interessanter als sonst zu gestalten ist. Denn von Hindemith kennen wir eine neue Einteilung der Akkordtypen [88], die diskutierenswert ist und einmal auf Hindemiths eigenes Werk angewendet werden sollte. Aus praktischen Gründen benutze ich die vereinfachte Darstellung der Akkordtabelle nach M.Hug [89], die ich durch die Unterteilung der Akkordgruppe III noch etwas abwandelte [90]. Die langen Akkordreihen in Abbildung 30 legen dar, daß Hindemiths Klassifikation nicht auf theoretischen Überlegungen allein beruht, sondern daß differenzierte Hörerfahrungen dahinter stehen. Das Verhältnis von Häufigkeit und klanglichem "Wert"[91] ist klar abgestimmt.

6.3.2 Akkordfolgen

Selbst wenn der bereits zitierte Satz von Liszt bzw.Reger "Auf jeden Akkord kann jeder Akkord folgen" völlig zutreffend ist, bleibt es doch interessant zu wissen, welche Akkorde auf welche in der kompositorischen Praxis bei Bach oder Hindemith nun wirklich zu folgen pflegen und welche Schwerpunkte der harmonischen Verbindungen sich ausfindig machen lassen.

Alle bestehenden Akkordbeziehungen aufzuzeichnen, ist zwar der Rechenanlage möglich, benötigt jedoch in der Darstellung zu viel Raum. Ich beschränke mich daher auf einige für den Gesamteindruck besonders wichtige Zusammenklänge bzw. die Fortschreitungen zu diesen Klängen hin. Ich suche auch nur die unmittelbar vorausgehenden Klänge, obwohl das Programm ohne Änderung in der Lage wäre, lange Akkordfolgen vor oder nach dem Zentralklang herauszusuchen.

Wieviele Arten kennt Bach, in einen Dur- oder Moll-Dreiklang bzw. deren erste Umkehrung (Umwandlung), den Sextakkord, zu gelangen? In Abbildung 31 sind sie aufgeführt. Die Auswertung berücksichtigt nur die Akkordtypen, nicht die Stimmführung.

Welche Akkorde bevorzugt Hindemith vor den reinen Dreiklängen, die er die "edelsten" nennt? Die Abbildung 32 gibt darüber Auskunft. Ich beließ die Abbildung im Rohzustand des ersten Outputs, um die Bitketten ZK.ATY (vgl. 3.24, 3.243.4) einmal deutlich zu zeigen.

Natürlich haben Akkordfolgen eine wesentliche Bedeutung für den syntaktischen Zusammenhang der Zeichen in der "Sprache" Musik. Aber jedes Eingehen auf diesen Aspekt führt sofort über den Bereich der reinen Zusammenklang-Analyse hinaus, da die Harmonie sowohl mit der Zeiteinteilung als auch mit den linearen Verläufen sehr stark korrespondiert. Dadurch werden nicht nur umfangreiche Prozeduren nötig, die über die Beschreibung der Methode EDM zu weit hinausführen, und - vor allem: zur Vorbereitung der syntaktischen Untersuchungen bedarf es noch vieler empirischer Forschungsarbeit mit rezeptierenden Menschen.

Abb. 30 K l ä n g e (Kategorien)

Hindemith Symphonie Mathis der Maler 1.Satz

Register aller Zusammenklänge, geordnet nach Klangtypus und Häufigkeit, notiert als Akkordtypen auf C

Klanggruppen (Einteilung nach Hindemith):

I /III:	Klänge ohne Tritonus
I:	ohne Sekunden und Septimen
III:	mit Sekunden und/oder Septimen
(IIIa:	ohne kleine Sekunden und große Septimen
IIIb:	mit kleinen Sekunden und/oder großen Septimen
II/IV:	Klänge mit Tritonus
II:	ohne kleine Sekunden und große Septimen
IV:	mit kleinen Sekunden und/oder großen Septimen
Sonderfall:	übermäßiger Dreiklang (zwischen I und II)

H = Häufigkeit, L = Gesamtdauer (relativ) in je 1000 Einheiten

	G.P.	Einklang	Überm.Dreiklang
H:	26	244	11
L:	171	1366	56

Gruppe I:

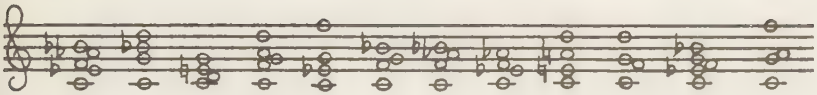
H:	201	105	92	81	46	45	44	44	34	33	31	27
1:	1059	615	583	494	247	242	312	252	206	191	166	166

Gruppe IIIa:

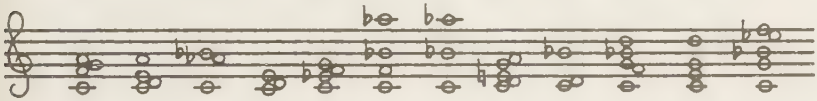
H:	60	45	43	42	38	37	34	34	33	33	31	30	28
L:	343	267	218	341	207	224	201	181	212	166	171	151	161

H:	27	27	24	24	24	21	20	18	17	14	14	14	13
L:	196	141	161	121	121	106	106	121	86	131	81	76	66

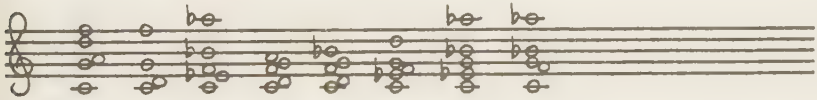
zu Abb.30



H:	19	13	12	11	11	9	9	8	8	7	7	7
L:	66	76	60	111	60	45	45	45	40	50	45	40

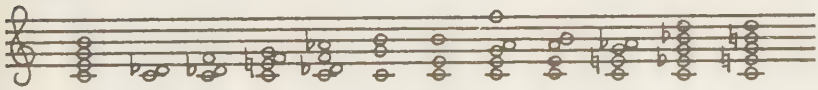


H:	6	6	6	5	5	5	4	4	4	3	3	3
L:	35	35	30	45	25	25	25	20	20	20	20	15

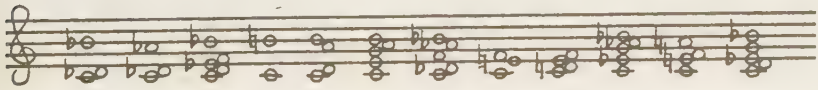


H:	3	3	2	2	1	1	1	1
L:	15	15	10	10	5	5	5	5

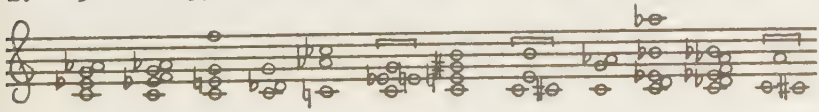
Gruppe IIIb:



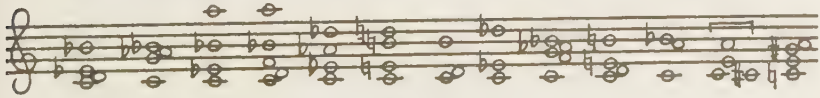
H:	48	23	16	16	12	12	11	10	10	10	9	9
L:	247	116	81	81	61	61	61	50	50	50	76	35



H:	9	8	7	7	7	6	6	6	6	5	5	5
L:	45	40	35	35	35	30	30	30	30	30	30	25

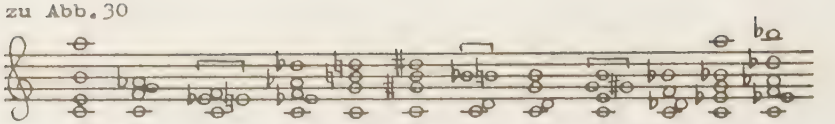


H:	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	3
L:	25	25	25	25	25	25	25	25	20	20	15	15



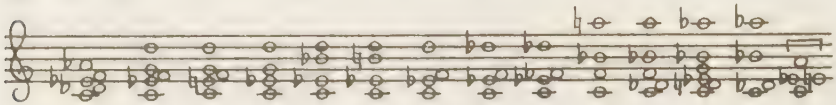
H:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
L:	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	10

zu Abb. 30



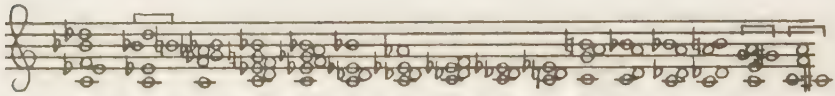
H: 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2

L: 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10



H: 2 1 . . . . . .

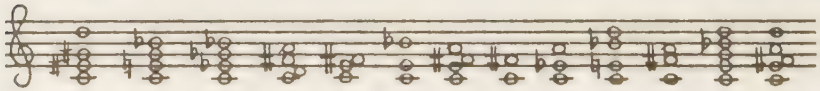
L: 10 5 . . . . . .



H: 1 . . . . .

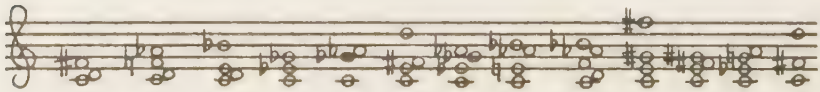
L: 5 . . . . .

Gruppe II:



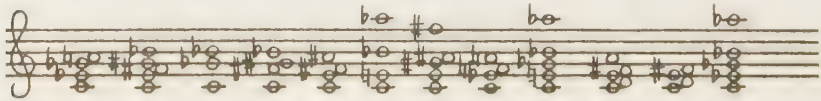
H: 37 16 14 12 11 9 9 9_v 8 7 7 7 6

L: 252 86 96 61 56 45 45 45 40 35 35 35 30



H: 5 4 4 4 3 3 3 3 3 3 3 2 2

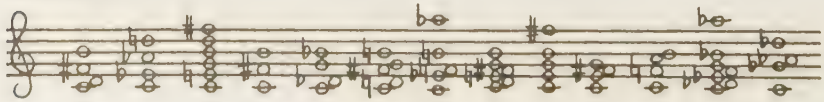
L: 25 20 20 20 15 15 15 15 15 15 15 10 10



H: 2 2 2 2 2 2 2 2 2 1 1 1

L: 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 5 10

Gruppe IV:



H: 6 6 6 6 5 5 4 4 4 4 4 3 3

L: 30 30 30 30 25 30 20 20 30 20 20 30 15

zu Abb. 30

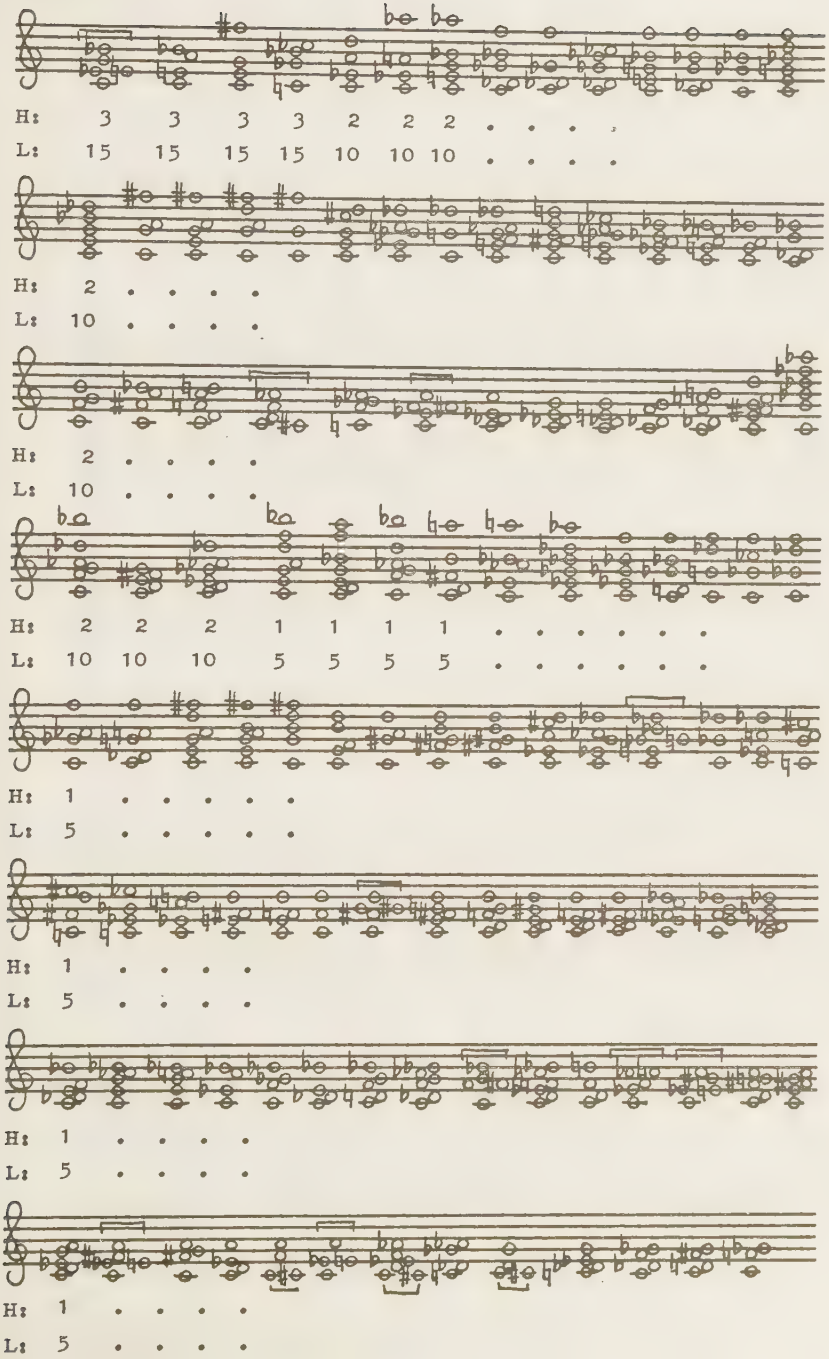
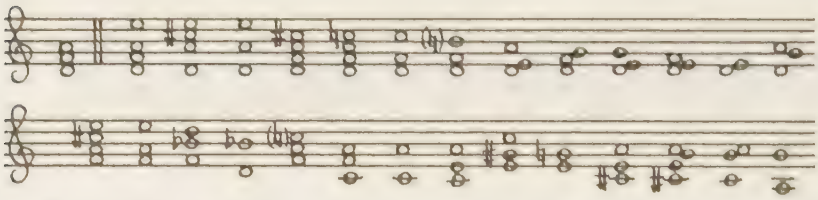

H: 3 3 3 3 2 2 2 . . . .
L: 15 15 15 15 10 10 10 . . . .
H: 2 . . . .
L: 10 . . . .
H: 2 . . . .
L: 10 . . . .
H: 2 2 2 1 1 1 1 . . . . . .
L: 10 10 10 5 5 5 5 . . . . . .
H: 1 . . . . .
L: 5 . . . . .
H: 1 . . . .
L: 5 . . . .
H: 1 . . . .
L: 5 . . . .
H: 1 . . . .
L: 5 . . . .

Abb. 31 A k k o r d f o l g e n

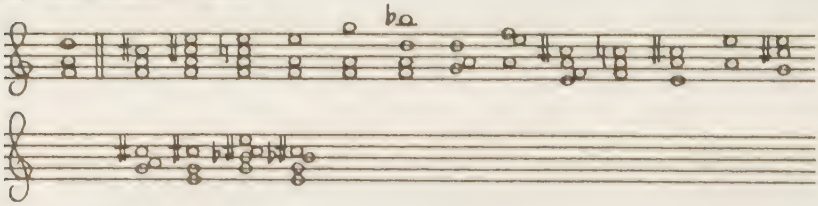
J.S.Bach Kunst der Fuge Contrapunctus 1

Akkordverbindungen zu Dreiklängen und Sextakkorden hin; Zielakkord in häufiger und tonarttypischer Tonhöhe angenommen, vorausgehende Akkorde ggf. transponiert; keine Angaben zur Stimmführung; ohne Verbindungen von Umwandlungen des gleichen Grundakkords

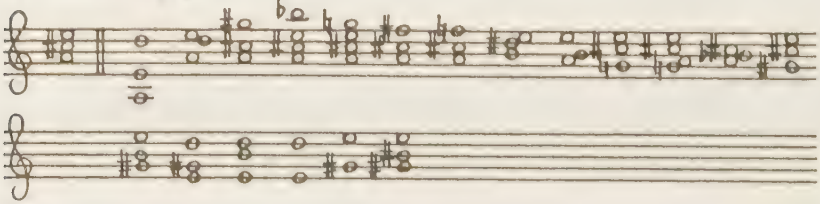
a) Dreiklang Moll



b) Sextakkord Moll



c) Dreiklang Dur



d) Sextakkord Dur

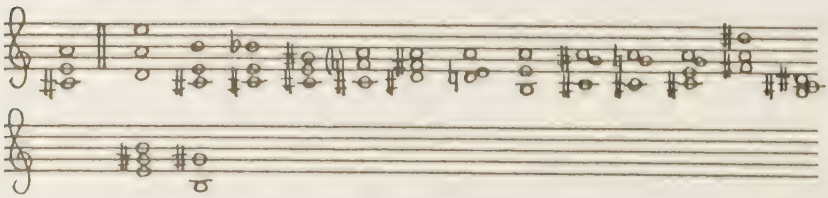


Abb. 32

A k k o r d f o l g e n
Hindemith Symphonie Mathis 1.Satz
(Computer-Output, Zeichenerklärung S.187)

```
A K K O R D F O L G E:
HINDEMITH      SYMPHONIE MATHIS  1.SATZ

                    (Dur-Dreiklang)
AKKORD:             0101010000000000000000000000000 0100010010000000000000000000000


     AKKORDE VORAUS:
 C:        G        0100000100000000000000000000000 0100000000010000000000000000000
           C        0100101000000000000000000000000 0100000100100000000000000000000
           C        0101011000000000000000000000000 0100010011000000000000000000000
           E        0101001100000000000000000000000 0100100001010000000000000000000
           D        0110100100000100000000000000000 0101001000010000000000100000000
           F        0101101001000000000000000000000 0100010100100001000000000000000
           C        0110100000000000000000000000000 0101001000000000000000000000000
           C        0110100000000000000000000000000 0101001000000000000000000000000
           C        0100011000000000000000000000000 0100000010100000000000000000000
           C        0101001000000000000000000000000 0100010000100000000000000000000
#C:       #F        0100011000000000000000000000000 0100000010100000000000000000000
#D:        E        0100000000000000000000000000000 0100000000000000000000000000000
         #D        0100010000000000000000000000000 0100000010000000000000000000000
         #E        0111111010000000000000000000000 0101011010100010000000000000000
 D:        D        0100110000000000000000000000000 0100001010000000000000000000000
           E        0110100000000000000000000000000 0101001000000000000000000000000
           E        0101010100010000000000000000000 0100100010010000001000000000000
           D        0101011100000000000000000000000 0100010010101000000000000000000
           C        0101010000000000000000000000000 0100010010000000000000000000000
#E:        F        0100001000000000000000000000000 0100000000010000000000000000000
         #B        0101100100000000000000000000000 0100100100010000000000000000000
 E:      #F        0100100010000000000000000000000 0100001000010000000000000000000
           A        0101011000000000000000000000000 0100010010100000000000000000000
           E        0101010100010000000000000000000 0100010010010000000100000000000
 F:        G        0110100000000000000000000000000 0101001000000000000000000000000
           F        0100110000000000000000000000000 0100001010000000000000000000000
           G        0100011000000000000000000000000 0100000100100000000000000000000
           E        0101100000000000000000000000000 0100101000000000000000000000000
           F        0101011000000000000000000000000 0100010010100000000000000000000
```

```
#F:     #D   0100101000000000000000000000000000 0100001000100000000000000000000000
        #F   0101011100000000000000000000000000 0100010011010000000000000000000000
        #F   0101111000000000000000000000000000 0100011010000000000000000000000000
 G:      G   0101010000000000000000000000000000 0100010010000000000000000000000000
         G   0101010000000000000000000000000000 0100010010000000000000000000000000
         G   0101010000000000000000000000000000 0100010010000000000000000000000000
         G   0101010000000000000000000000000000 0100010010000000000000000000000000
         G   0101010000000000000000000000000000 0100010010000000000000000000000000
         G   0101010000000000000000000000000000 0100010010000000000000000000000000
         G   0101010000000000000000000000000000 0100010010000000000000000000000000
         G   0101010000000000000000000000000000 0100010010000000000000000000000000
#G:     #G   0110001000000000000000000000000000 0101000000100000000000000000000000
 A:      A   0100010000010000000000000000000000 0100000010000000000010000000000000
         A   0100010000100000000000000000000000 0100000010000000100000000000000000
         A   0101000000000000000000000000000000 0100010000000000000000000000000000
         A   0110011000000000000000000000000000 0101000010100000000000000000000000
         A   0100011001000000000000000000000000 0100000010100001000000000000000000
         A   0100011001000000000000000000000000 0100000010100001000000000000000000
         A   0101010000010000000000000000000000 0100010010000000000100000000000000
#B:      A   0101010000000000000000000000000000 0100100010000000000000000000000000
             0000000000000000000000000000000000 0000000000000000000000000000000000
         F   0100011000000000000000000000000000 0100000010100000000000000000000000
         D   0100000000000000000000000000000000 0100000000000000000000000000000000
 B:     #G   0100101000000000000000000000000000 0100001001000000000000000000000000
             0000000000000000000000000000000000 0000000000000000000000000000000000
             0000000000000000000000000000000000 0000000000000000000000000000000000
             0000000000000000000000000000000000 0000000000000000000000000000000000
         E   0101001001000000000000000000000000 0100010000100001000000000000000000
         B   0110110100000000000000000000000000 0101001010010000000000000000000000
        #C   0100001000000000000000000000000000 0100000001000000000000000000000000
         B   0101010001000000000000000000000000 0100010010000001000000000000000000
```

```
                        (Moll-Dreiklang)
AKKORD:                 0101010000000000000000000000000 0100100010000000000000000000000
      AKKORDE VORAUS:
 C:        #E           0100000000000000000000000000000 0100000000000000000000000000000
#D:        #D           0100010100000000000000000000000 0100000010010000000000000000000
 D:         D           0100010000000000000000000000000 0100000010000000000000000000000
            D           0100010001000000000000000000000 0100000010000010000000000000000
            D           0100010000010000000000000000000 0100000010000000000100000000000
            E           0100010000000000000000000000000 0100000010000000000000000000000
            B           0100111000000000000000000000000 0100001101000000000000000000000
            D           0111010000000000000000000000000 0101100010000000000000000000000
#E:        #E           0100100100000000000000000000000 0100001000010000000000000000000
 F:         F           0100111000000000000000000000000 0100001011000000000000000000000
#F:        #F           0101100101000100000000000000000 0100101000010010000001000000000
           #F           0101010000010000000000000000000 0100100010000000001000000000000
 G:         G           0100010100000000000000000000000 0100000010010000000000000000000
 A:         A           0100010000000000000000000000000 0100000010000000000000000000000
           #B           0101010101000000000000000000000 0100010010001001000000000000000
 A:         A           0101010100000000000000000000000 0100100010010000000000000000000
 B:        #F           0100101000000000000000000000000 0100001001000000000000000000000
```

(1.Tonhöhe: Baßton, auf dem der Akkordtyp steht

2.Tonhöhe: Baßton des durch die folgenden Bitketten ZK.ATY(1) bzw. ZK.ATY(2) (vgl. 3.243.4) bezeichneten Akkordtyps

Nur der unmittelbar vorausgehende Akkord wird genannt. Dazwischen liegende Pausen werden bis zur Dauer eines Zeitabschnitts (ZK.ZAB.LG(1)) ignoriert.

Fehlende Tonhöhen im Zusammenhang mit Null-Ketten signalisieren Generalpausen.)

Abb. 33 Dissonanzauflösung
Webern op.10/3 und 5
Honegger Pastorale d'Été

```
D I S S O N A N Z A U F L O E S U N G
WEBERN  OP.10/3

DISSONANTE TOENE (INSGESAMT):                 124
DISSONANTE TOENE IN VERDOPPLUNG:               34
DISSONANTE TOENE UEBER DURCHGAENGEN:           37

DI-CODE   AUFLOESUNGSDAUER/ANZAHL
            1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30   ---

 1:        22  2  1
 3:                                                                                                  *  59
 5:                                                                                                  *   1
                                                                                                     *   2


D I S S O N A N Z A U F L O E S U N G
WEBERN  OP.10/5

DISSONANTE TOENE (INSGESAMT):                 130
DISSONANTE TOENE IN VERDOPPLUNG:               23
DISSONANTE TOENE UEBER DURCHGAENGEN:           30

DI-CODE   AUFLOESUNGSDAUER/ANZAHL
            1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30   ---

 1:         5  3  3  1  1
 3:         3  4                                                                                     *  60
 5:                                                                                                  *  12
                                                                                                     *   8


D I S S O N A N Z A U F L O E S U N G
HONEGGER  PASTORALE D'ETE

DISSONANTE TOENE (INSGESAMT):                 565
DISSONANTE TOENE IN VERDOPPLUNG:              310
DISSONANTE TOENE UEBER DURCHGAENGEN:          136

DI-CODE   AUFLOESUNGSDAUER/ANZAHL
            1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30   ---

 1:       161 25 33  8 12  7 15 11  4  4  2  2  2  4  1  2     2  1  2     2        2     2          *  85
 3:         9  2  3                     1           1                                1     1          *  23
 5:        16  1                                                                                     *   2
```

(Di-Code: 1 für 10, 11 etc., 3 für 30, 31 usw.

Auflösungsdauer: Zahlen unter ' 1 2 3 ... ' : Zahl der dissonanten Töne, die im n-ten folgenden Ton eine Auflösung fanden

Zahlen unter ' --- ' : Zahl der Töne, die innerhalb der Phrase nicht aufgelöst wurden)

Abb. 34 D i s s o n a n z p r o f i l

Webern op.10/5

(: konsonanter Ton
X: dissonanter Ton
Y: dissonanter Ton in Verdopplung)

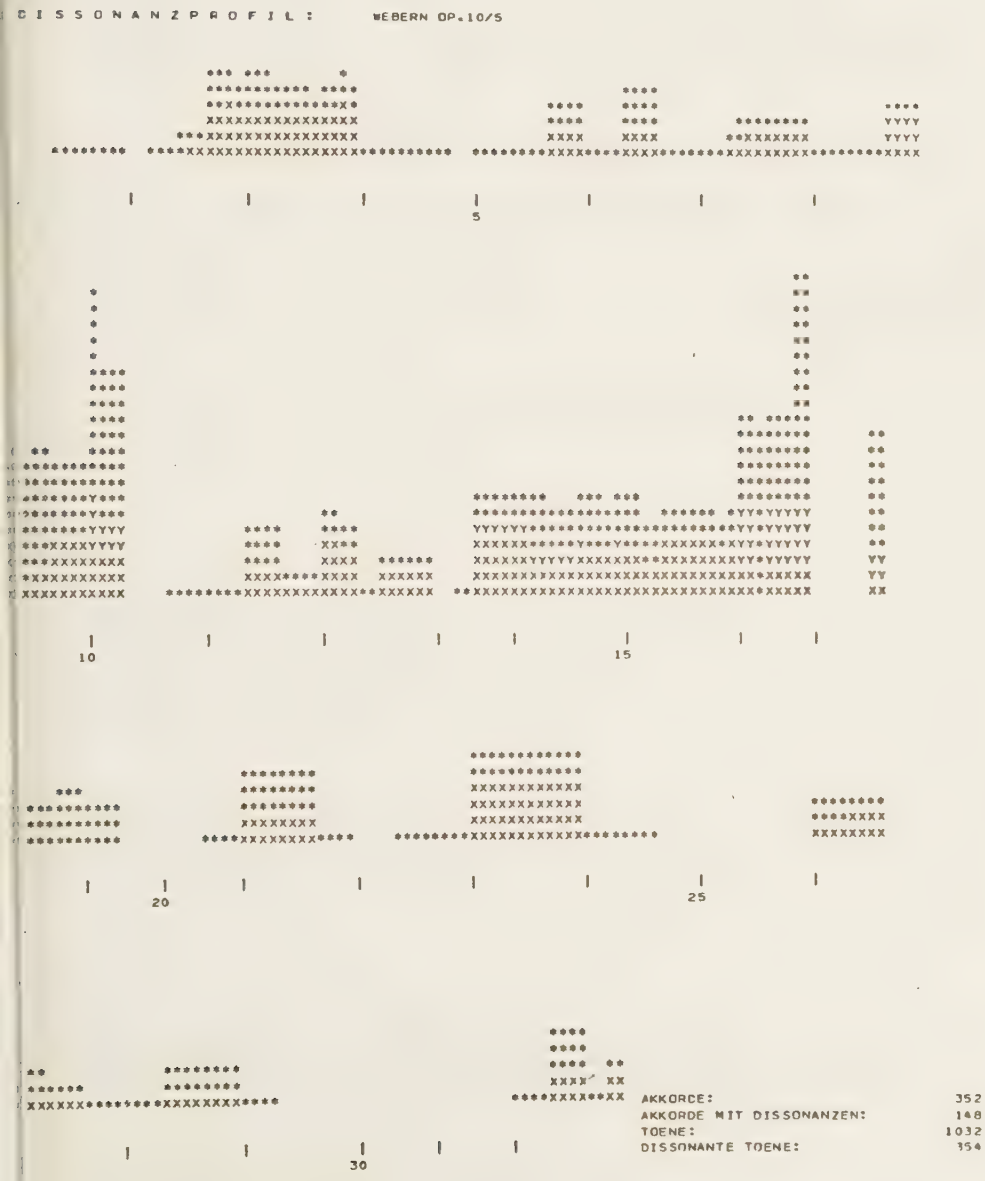


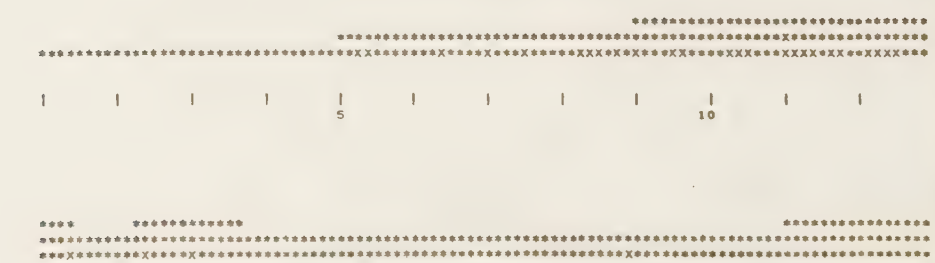
Abb. 35

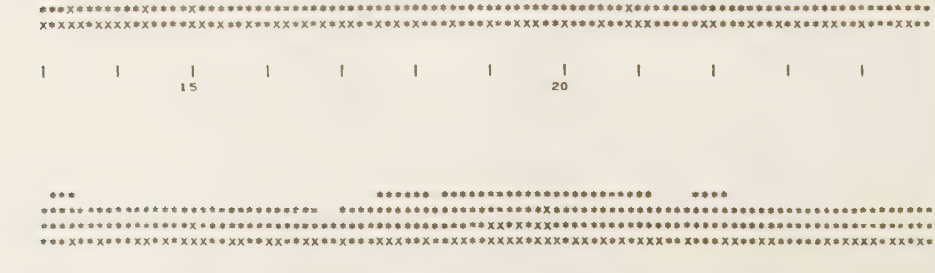
D I S S O N A N Z P R O F I L : WEBERN OP.10/3

AKKORDE: 124
AKKORDE MIT DISSONANZEN: 82
TOENE: 733
DISSONANTE TOENE: 248

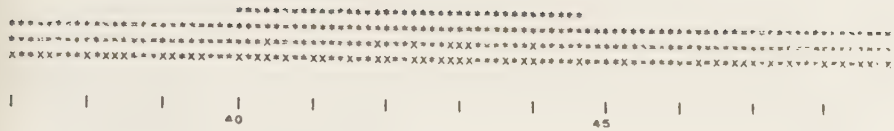
Abb. 36

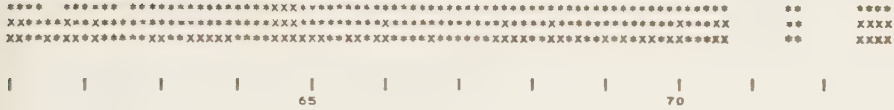
D I S S O N A N Z P R O F I L : BACH KUNST DER FUGE CONTRAPUNCTUS 1

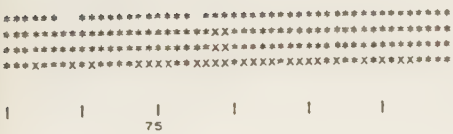




zu Abb. 36



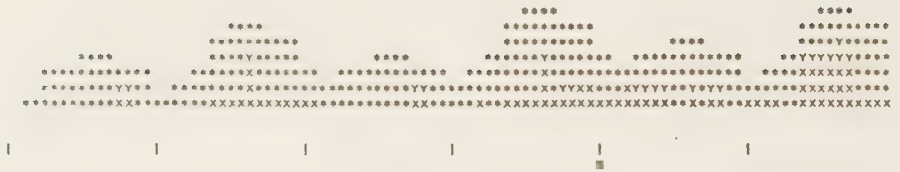


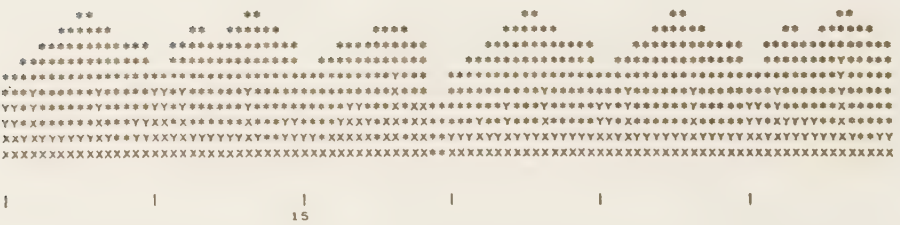


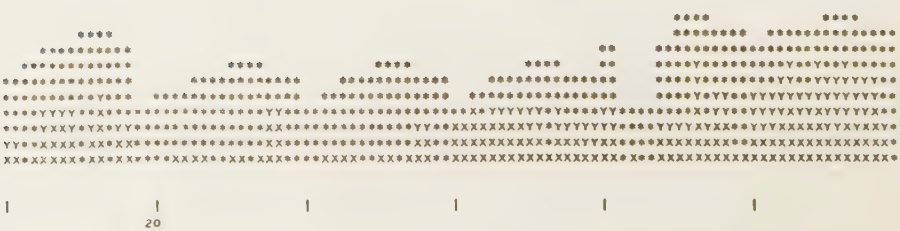
AKKORDE:	624
AKKORDE MIT DISSONANZEN:	273
TOENE:	1991
DISSONANTE TOENE:	335

Abb. 37

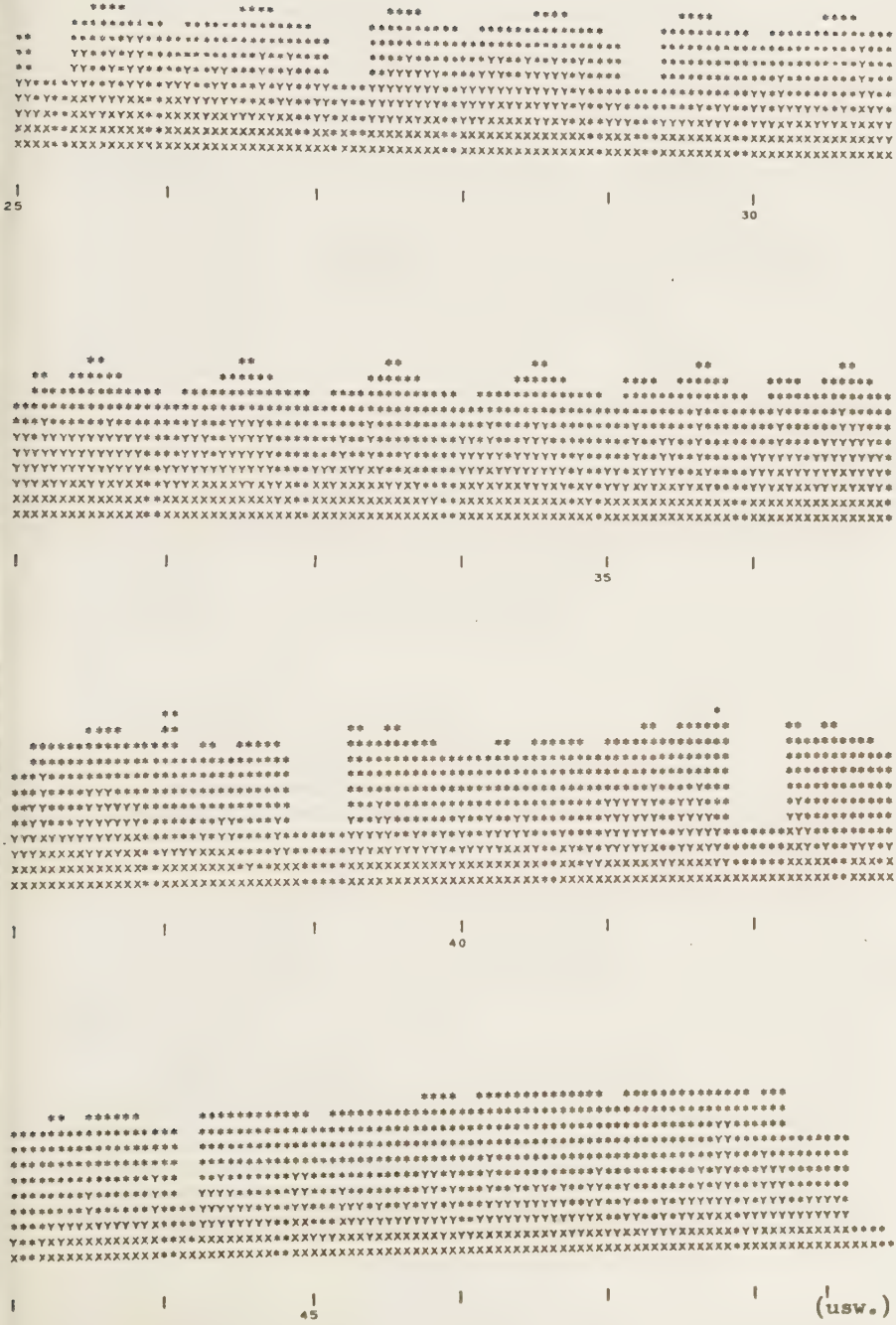
D I S S O N A N Z P R O F I L : HONEGGER PASTORALE D'ETE







zu Abb. 37



(usw.)

6.3.3 Dissonanzen

Außer von Jackson (1970) und G.W.Logemann (Kanon-Experiment 1967) kenne ich keine Untersuchungen zur Harmonie, die besonders auf Dissonanzen eingehen.

Dissonanzen sind Informationen, sind Spannung. Die Information bedarf der Bestätigung, der Lösung. Wie sehr sich die Wertschätzung der Dissonanz und die Regeln der korrekten Behandlung in der Musikgeschichte geändert haben, ist bekannt. Doch warum sollte man die Annahmen nicht einmal nachprüfen?

Mein Programm DSL (Dissonanz-Auflösung) sucht in ZKG alle dissonanten Töne und folgt dem weiteren linearen Weg der im Augenblick dissonanten Stimme in TLN solange, bis ein Ton, der eine korrekte Auflösung bringt, gefunden ist. Die Richtung der Auflösung wird mit den anderen Daten zur Dissonanz vorher durch das Programm DSE (vgl. 5.47) aus AKG (vgl.5.46) nach ZKG übertragen. (Der erste Teil des Dissonanzverlaufs, die Art der Einführung des dissonanten Tons, auf korrekt altklassische Weise im vorhergehenden Akkord oder durch freien Sprung in die Dissonanz, wird in DSL nicht behandelt.)

Bei Bach (o.Abb.) brachten die Nachforschungen keine Überraschungen, wenn man mit dem Stilmittel der verspäteten Auflösung nach mehreren, oftmals dissonanten Zwischennoten vertraut war. (Diese kleinen Zwischennoten machen eventuell eine Ergänzung des Dissonanzcodes (vgl.5.46) notwendig: ihr Dissonanzgrad ist nicht von dem Zusammenklang, in dem sie stehen, abhängig, sondern von dem der vorhergehenden (sagen wir:) Hauptdissonanz; durch Vergleich von Zeitdauern und Betonungen lassen sich im linearen Verlauf Hauptdissonanzen und Zwischennoten entdecken und markieren.)

Überraschend war hingegen das Ergebnis des Programmdurchlaufs im Falle Webern (Abb.33). Immerhin findet ein Viertel (op.10/3) bzw. ein Fünftel (op.10/5) aller Dissonanzen eine "korrekte" Auflösung. (Dissonanzen über Durchgängen werden nicht weiter verfolgt.) Ist es Absicht oder Zufall? Relevanter ist die Frage, wie der Hörer darauf reagiert. Erleichtert die gelegentliche Bestätigung der traditionellen Hörerwartung die Wahrnehmung oder verhindert sie eher den Prozeß des Umdenkens und Neulernens?

Die Zahlen zur Dissonanzbehandlung bei Honegger (Abb.33) bieten nichts Ungewöhnliches. Die häufige Lösung der Spannung gleich im ersten Ton nach der Dissonanz hängt vielleicht mit der hohen Häufigkeit der Sekundschritte zusammen. (Ob es viel Wert hat, den Verlauf über 30 Töne hinweg zu verfolgen, sei dahingestellt. Auf jeden Fall ist es mit EDM problemlos.)

Die Dissonanzprofile (Abbildungen 34 - 37) machen die Dissonanz in ihrer strukturbestimmenden Kraft sichtbar: Aus dem Diagramm zu Bachs Contrapunctus (Abb.36) sprechen Fluß und Gleichmaß ohne ausgeprägte Regelmäßigkeiten sowie eine recht hohe Dichte dissonanter Klänge (43 %; abgesehen vom einstimmigen Anfang erstrecken sich konsonante Folgen über höchstens 7 Zeitabschnitte unmittelbar hintereinander). Bei Webern stehen dissonante Blöcke, die abrupt abbrechen. Die Schwankungen der Tonzahlen in den Zusammenklängen erzeugen für Honeggers

Pastorale eine gleichförmig schwingende Silhoutte; auch im Dissonanzgeschehen scheint Ordnung zum Prinzip erhoben zu sein. Der Eindruck übergroßer Ordnung täuscht indessen: die Mächtigkeit der Zusammenklänge korrespondiert nicht unbedingt mit der Mächtigkeit der eingeschlossenen Dissonanzen. Das deutet auf subtile Wechselwirkungen, auf Informatives, das quasi in der Ordnung versteckt ist.

Daß die Dissonanzen (X; Y für bloße Verdopplungen dissonanter Töne) in den Profilbildern unten aufgezeichnet sind, ist in der Klarheit des Bildes begründet und auch deshalb berechtigt, weil dissonante Klänge als Ganzheit erfahren werden und die Lage des dissonanten Tons im Akkord für den spontanen Eindruck meist unerheblich ist [92]. Die Mächtigkeit des Zusammenklangs (TH.GT bzw. ZK.GT) ist nicht mit der Mächtigkeit der Akkordgestalt (ZK.NA), die die Harmonie repräsentiert, identisch.

Eines sollte man nicht vergessen: weder die Dissonanzauflösung noch die bildhafte Darstellung in den Dissonanzprofilen wird sich durch das Programm eines anderen mit genau den gleichen Ergebnissen bzw. Bildgestalten wiederholen lassen. Beides ist Interpretation der Erscheinungen des Werks, die subjektiv von mir beeinflußt wurde, was jedoch nicht mit willkürlicher Auslegung zu verwechseln ist. Subjektiv ist nämlich die Akkordeingabe, für die entschieden werden muß, welche Töne eines Akkordtyps als konsonant und welche als dissonant anzusehen (besser: anzuhören) sind. Die Datenverarbeitung, die eindeutige Aussagen verlangt, erinnerte mich bei den Vorbereitungen zu den Dissonanzprogrammen weitere Male daran, wie unpräzis in der Musikwissenschaft die Vorstellungen von grundlegenden musikalischen Ereignissen noch sind.

6.3.4 Harmonische Aktivität (Abb. 38 - 41)

Mehr als Andeutungen können Dissonanzprofile nicht sein, sie weisen auf Zustände hin, sind Anregungen zur genaueren Betrachtung der Sachverhalte. Nicht anders ist es mit den Computer-Skizzen zur harmonischen Aktivität. Sie zeichnen in den äußeren Umrissen die Menge der Akkordtöne (ZK.NA) nach und in den inneren die harmonische Bewegung in den Akkordtönen.

Zwei Beispiele erklären den Begriff der harmonischen Aktivität: Der Wechsel von der Dreiklang-Grundstellung zu Umkehrungen (Umwandlungen) des gleichen Dreiklangs kann klanglich, rhythmisch und/oder melodisch wichtig sein, die Harmonie bleibt inaktiv stehen. Die Ablösung eines Akkords durch seine Funktionsparallele bezieht die Weichheit, manchmal auch Undeutlichkeit in der Wirkung aus dem Umstand, daß mehrere Töne des einen Akkords auch im anderen enthalten sind; nur die stärksten, aktivsten Fortschreitungen (z.B. IV-V) tauschen alle Akkordtöne aus.

Durch die Nachzeichnung harmonisch aktiver (O) bzw. inaktiver (-) Akkordtöne kommen verdeckte Vorgänge des Harmonieverlaufs zum Vorschein. Die Profile zeugen in ihren Eigenarten davon, daß auch ein so eng begrenzter Aspekt, wie die harmonische Aktivität es im weiten Feld der Harmonie ist, einen Teil des ge-

Abb. 38 H a r m o n i s c h e A k t i v i t ä t

Hindemith Symphonie Mathis 1.Satz T.39 - 87

(-: auch im vorhergehenden Akkord enthaltener Ton
O: neuer, harmonisch aktiver Ton)

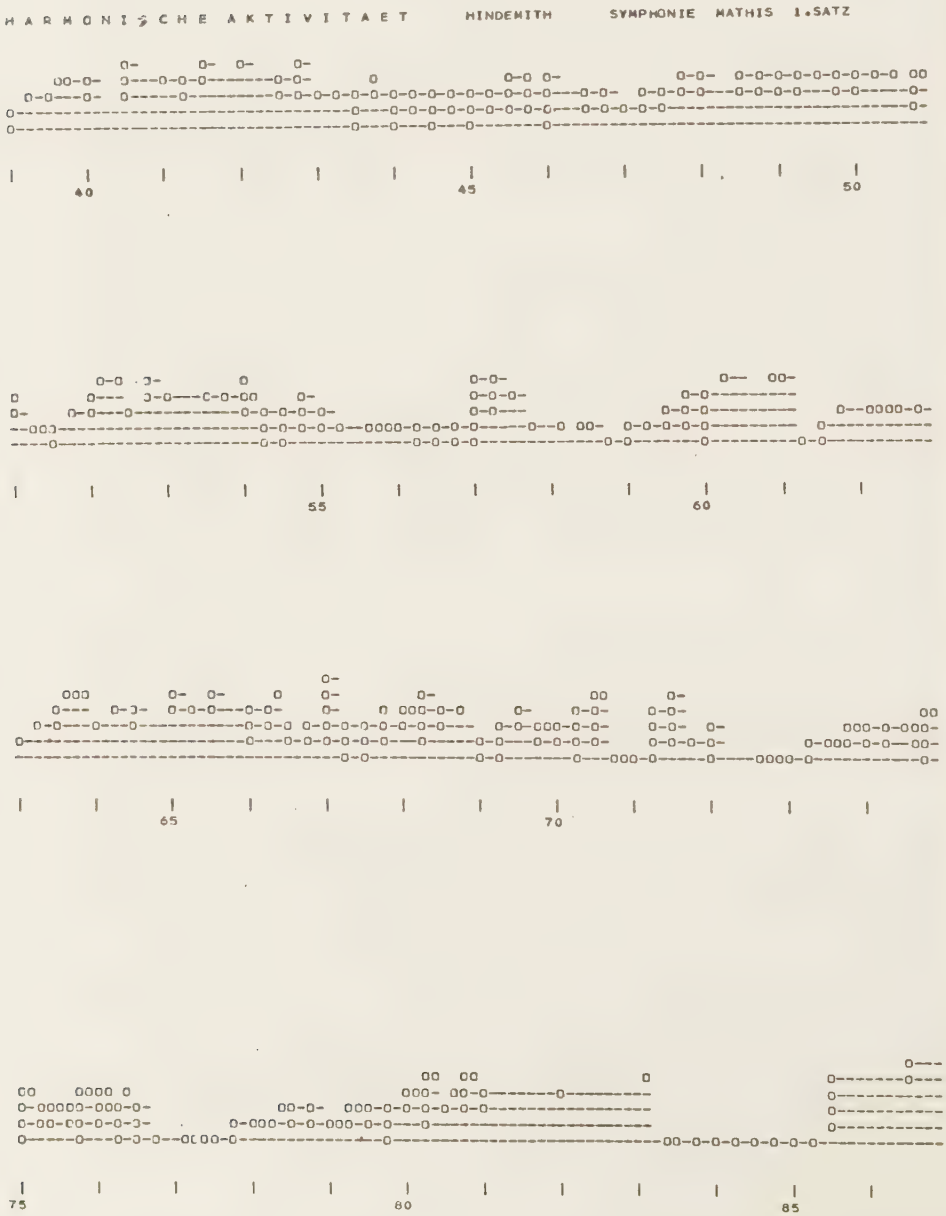
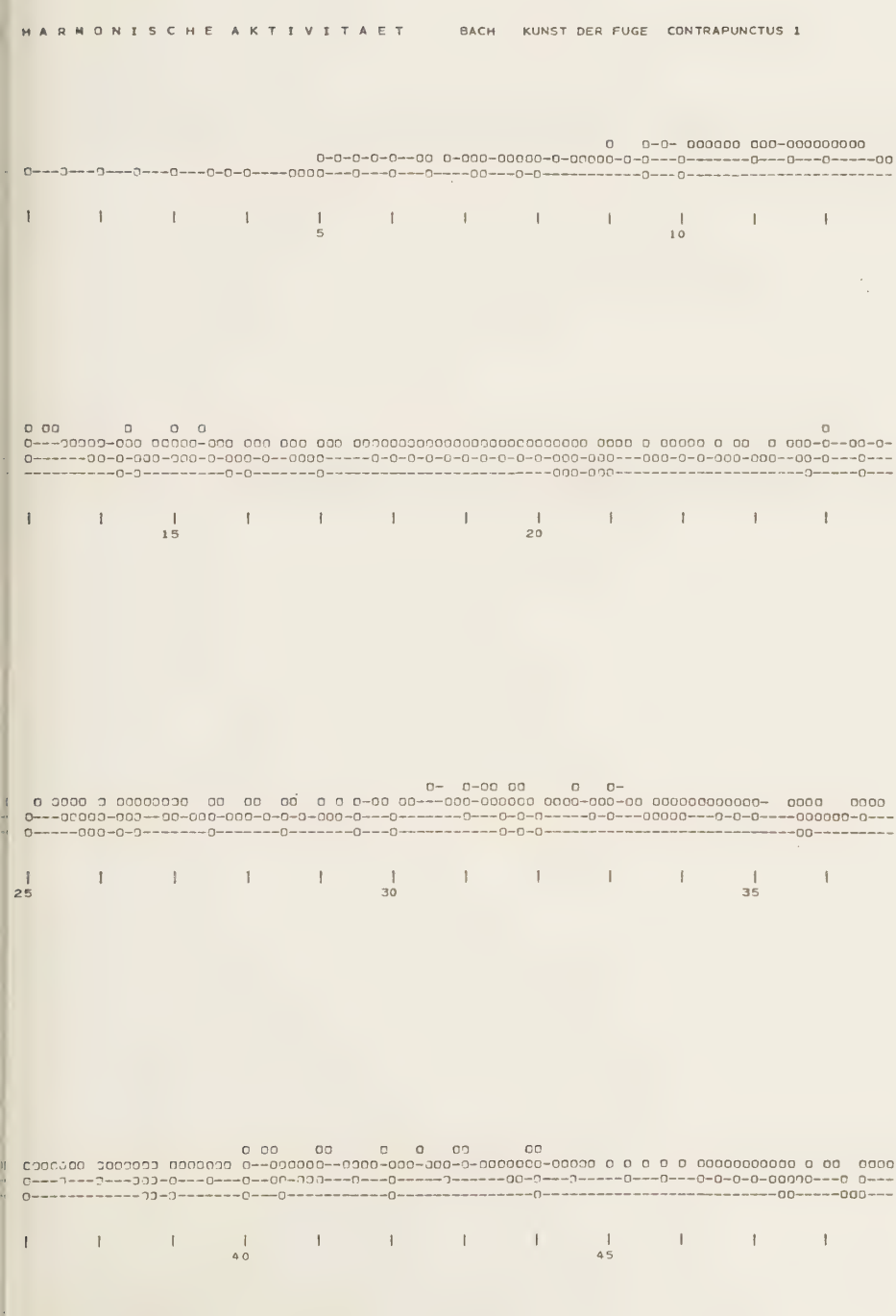
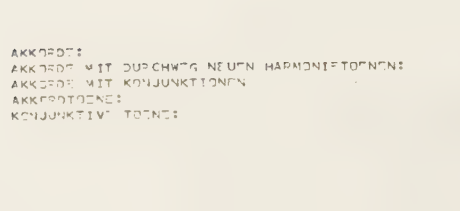


Abb. 39

H A R M O N I S C H E A K T I V I T A E T BACH KUNST DER FUGE CONTRAPUNCTUS 1



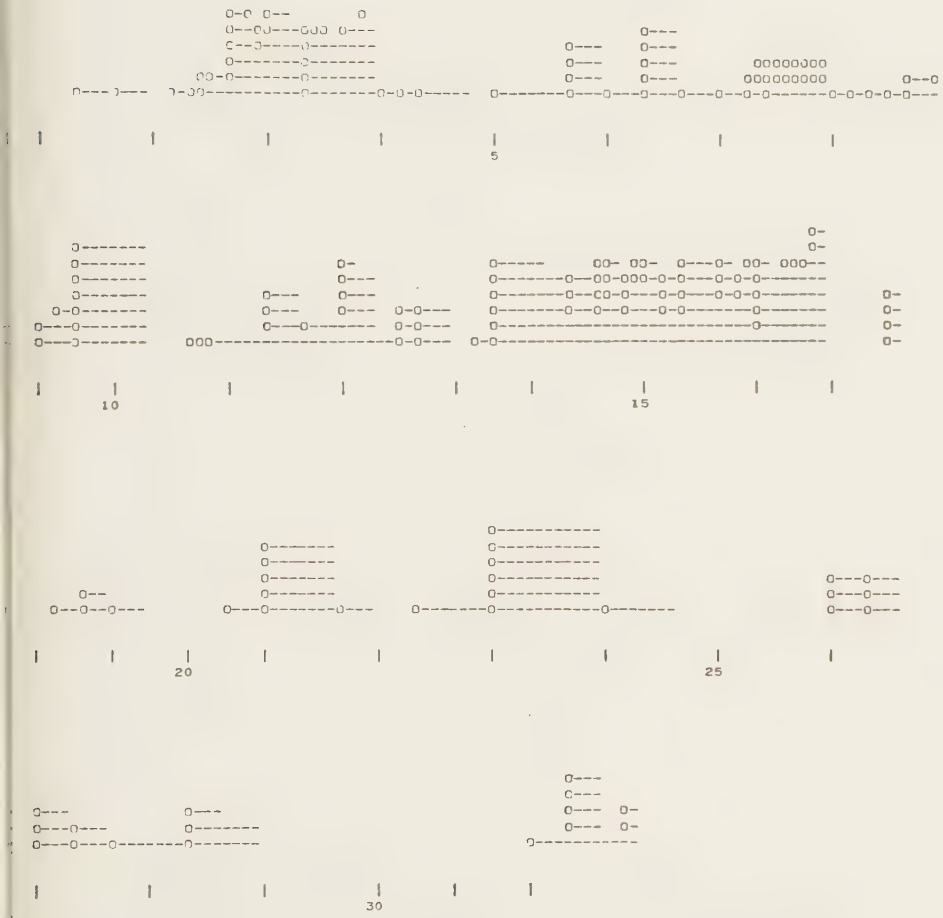
zu Abb. 39



AKKORDE:	624
AKKORDE MIT DURCHWEG NEUEN HARMONIETONEN:	97
AKKORDE MIT KONJUNKTIONEN	527
AKKORDTONE:	1718
KONJUNKTIVE TONE:	942

Abb. 40

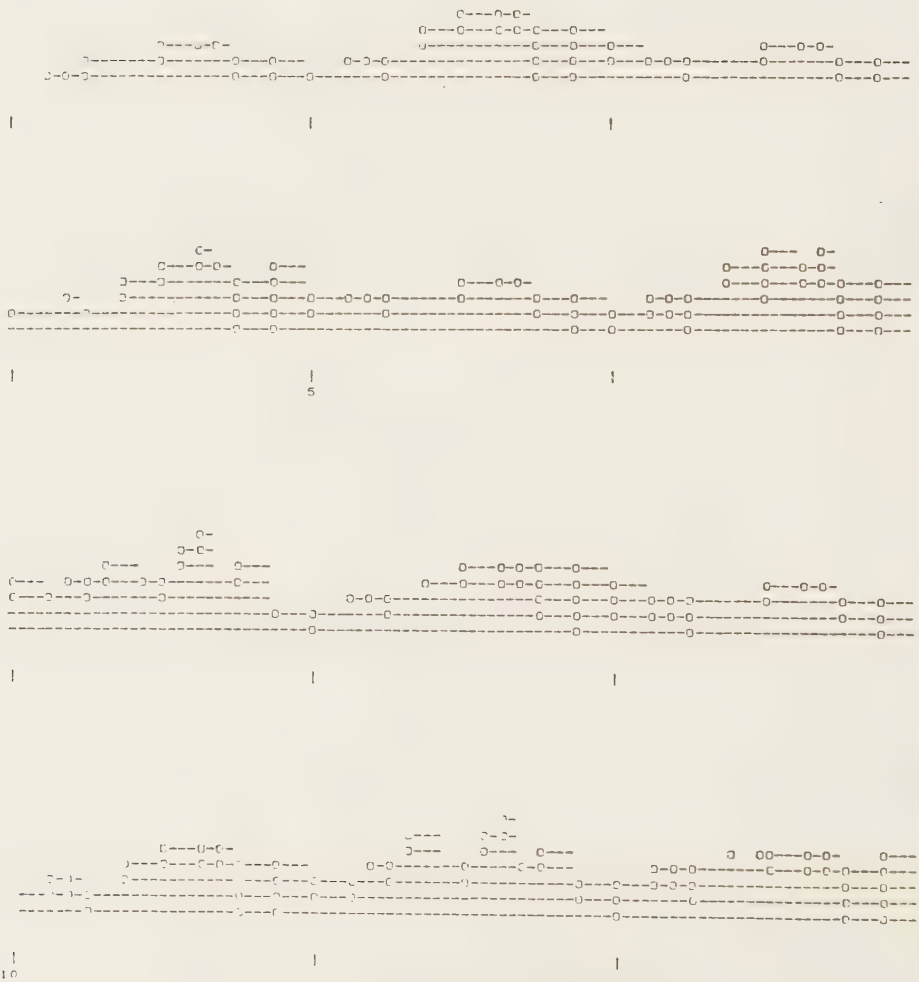
H A R M O N I S C H E A K T I V I T A E T WEBERN OP.10 NR.5



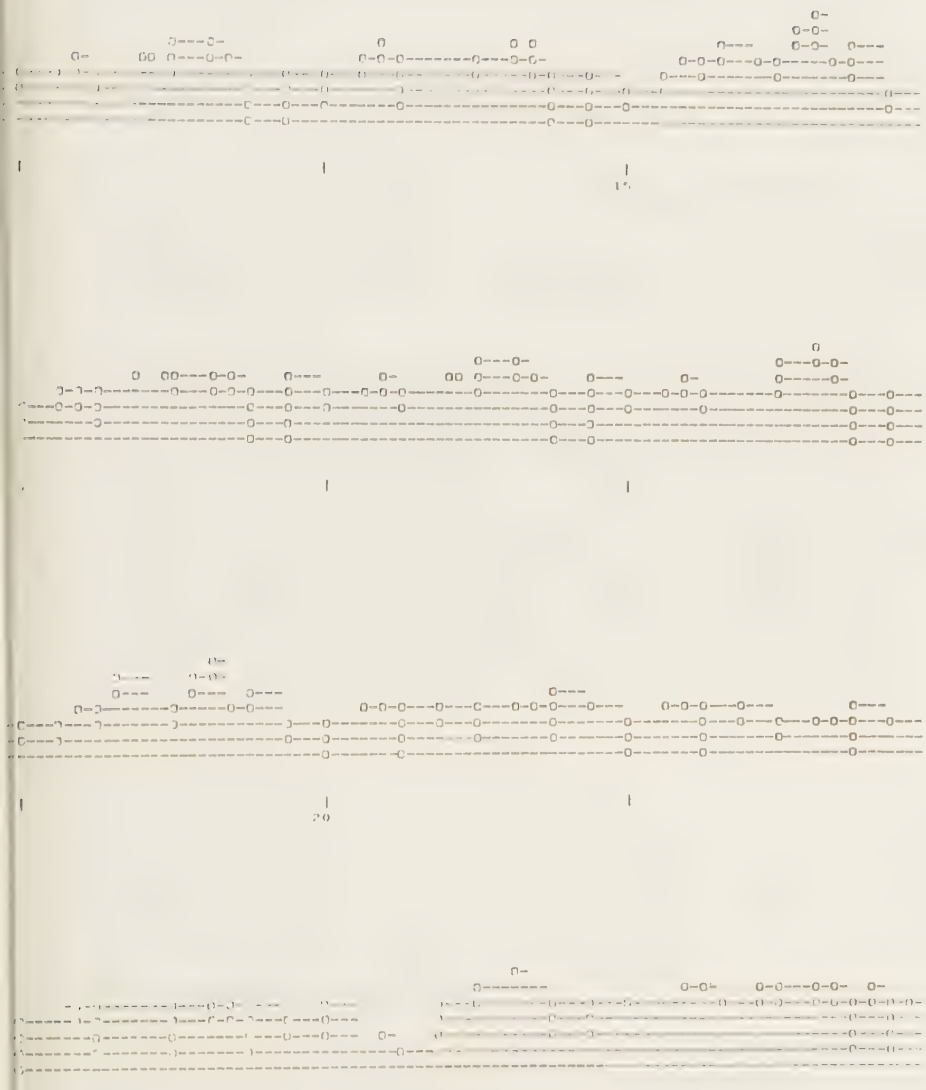
AKKORDE:	352
AKKORDE MIT DURCHWEG NEUEN HARMONIETOENEN:	134
AKKORDE MIT KONJUNKTIONEN	218
AKKORDTOENE:	823
KONJUNKTIVE TOENE:	636

Abb. 41

H A R M O N I S C H E A K T I V I T A E T HONEGGER PASTORALE D'ETE



zu Abb. 41



heimen Codes eines Komponisten ans Licht rücken kann. Man ist versucht zu sagen, daß eine Seite des mikroästhetischen Zustands sichtbar gemacht wird.

6.5 Conclusio

Nach Tonhöhen, Tonfolgen und Zusammenklängen könnte man sich weiteren Teilbereichen der Musik zuwenden, z.B. der Rhythmik, oder - wichtiger - Querverbindungen und Zusammenhänge zwischen Ereignissen verschiedener Bereiche aufzudecken versuchen.

Trotzdem ist an dieser Stelle die Aufgabe meiner Schrift beendet: Ausgangspunkt und Fragestellungen wurden dargelegt; eine Methode, die die Antworten zu den aufgeworfenen Fragen erleichtern bzw. ermöglichen soll, wurde beschrieben; und die Methode sowie die Fragestellungen wurden mit konkreten musikalischen Phänomenen konfrontiert.

Daß mehr Fragen gestellt wurden und übrig bleiben als Antworten gefunden werden konnten, liegt in der Natur der Sache: Keine Sprache ist restlos durchforschbar, ebensowenig die Musik, eine Sprache, die sich in sprachlichen Begriffen nicht nachvollziehen läßt. Ist Musik nicht "ein äußerst komplexes System ..., das man nicht mehr präzise und detailliert beschreiben kann" 93)? Sind Fragen nach Syntax, Informationsfluß usw. nicht Fragen nach Eigenschaften des "äußerst komplexen", unbeschreibbaren Systems? Vielleicht gelingt es mit EDM, einige Details des Systems aufzudecken, die sonst unzugänglich blieben. Als Leitspruch der Methode kann ein Satz von G.W.Leibniz gelten, der gesagt haben soll: "Musica est exercitium arithmeticae occultae nescientis se numerare animi." (Musik ist ein verborgenes Ausüben der Arithmetik durch einen Geist, der nicht weiß, daß er rechnet.)

7 ANHANG I - EDM und andere Eingabe-Methoden

Trotz mancher Versuche Anderer auf dem gleichen Gebiet erschien es mir nötig, mit EDM eine völlig neue Eingabe-Methode zu entwickeln, um eine universal verwendbare Methode zu schaffen. Zur Begründung der Entscheidung dafür folgen einige Ausführungen über Eingabe-Systeme und bereits veröffentlichte Methoden.

7.1 Eingabe-Systeme

Für die Übermittlung der Ausgangsdaten an die Rechenanlage kommen - theoretisch - drei verschiedene Eingabe-Systeme in Betracht:

a) die Eingabe über ein optisches Lesegerät,
b) die Eingabe mittels eines Datenträgers,
c) die Eingabe elektro-akustischer Signale.

7.1.1 Optische Eingabe

Die unmittelbare Eingabe des Notentextes über ein Lesegerät scheint auf den ersten Blick das ideale System zu sein. In der Praxis ist es jedoch kaum anwendbar, auch wenn immer wieder von Teilerfolgen berichtet wird [94]. Abgesehen von den hohen Kosten für das Lesegerät halte ich das System vonvornherein nicht für praktikabel, weil es wohl kaum gelingen dürfte, die Variabilität und Vielfalt der Notenschrift aus verschiedenen Epochen der Musikgeschichte, und sei es nur von Bach bis Brahms, voll zu erfassen. Die Schwierigkeiten beginnen bereits bei sehr einfachen, geradezu banalen Problemen, wie der unterschiedlichen Zeilenzahl, Zeilengröße und Zeilenzuordnung in Partituren oder der willkürlichen Stellung von Aufführungsanweisungen im Notentext. Die Probleme werden noch vermehrt durch die (scheinbare) Objektivität des Eingabe-Systems: Welche Partitur ist völlig frei von Fehlern? In welcher Partitur sind keine sinnvollen Ergänzungen notwendig?

7.1.2 Eingabe mittels Datenträger

Dieses Eingabe-System, dem ich den Vorzug gebe, bezieht sich ebenfalls direkt auf die notenschriftliche Abbildung der Musik. Die Mehrdeutigkeit des Notenbildes, die für ein Lesegerät bestehen würde, ist in der Zwischenabbildung auf dem Datenträger nicht mehr vorhanden, da die Zeichen der Zwischenabbildung, zusammengestellt aus dem gebräuchlichen 60-Zeichen-Set für alle EDV-Anlagen, für die Maschine nur die Deutung zulassen, die ihr im Programm geliefert wird, und die Ordnung der Zeichen der Zwischenabbildung vollkommen überschaubar und kontrollierbar ist, was für die optische Eingabe nicht gelten konnte.

Ob als Datenträger Lochkarten, Lochstreifen oder Magnetplatten (z.B. Floppydisk) benutzt werden, ist im Prinzip gleichgültig. Lochkarten sind übersichtlicher als Lochstreifen, Magnetkarten noch bequemer als Lochkarten, aber leider teurer und nicht in jedem Rechenzentrum in Gebrauch.

Der Nachteil des Systems ist nicht zu übersehen: auch bei einem sehr guten Code ist der Zeitaufwand zur Herstellung des codierten Materials nicht gering.

Teilweise wandelt sich der Nachteil zum Vorteil. EDM zeigt deutlich, wie abhängig eine exakte Analyse von der Qualität des Materials ist, d.h. von der Sorgfalt, die der Benutzer bei der Zudammenstellung des Eingabe-Materials und der Verarbeitungsanweisungen walten läßt. Die Übertragung der Notenschrift in die Zwischenabbildung auf dem Datenträger offenbart nahezu alle Probleme und Mehrdeutigkeiten, Druckfehler können beseitigt und notwendige Ergänzungen angebracht werden. Auch spätere Korrekturen sind leicht durchzuführen.

7.1.3 Eingabe mittels Keyboard

Man kann diese Eingabeart als Variation der Eingabe mittels Datenträger bezeichnen. Statt die Noten auf Lochkarten zu übertragen, wird die einzugebende Musik auf einem Tasteninstrument gespielt, an das ein Daten-Aufnahmegerät ähnlich dem alten Welte-Mignon-System [95] angeschlossen ist, das die eingespielten Tonhöhen und Tondauern festhält. Die Mängel des Systems liegen in der Ungenauigkeit der Tondauern-Messung, der Beschränkung der Tonhöhenregistrierung auf die enharmonische (absolute) Tonhöhe, die Unmöglichkeit, eine Partitur in Einzelstimmen zu trennen und dem Fehlen der Informationen über Ausführungsanweisungen und Zeiteinteilung. Die Keyboard-Eingabe mag jedoch die einzige Möglichkeit sein, improvisierte Musik zu dokumentieren. [96]

7.1.4 Eingabe elektro-akustischer Signale

Bei Anwendung dieses Systems würde man nicht auf die notenschriftliche Abbildung des Musikwerks, sondern auf die elektrischen Signale einer Tonaufnahme zurückgreifen. Auch die Daten auf einem Tonträger lassen sich als Abbildung der Musik, der genauesten vielleicht, auffassen. Arbeiten die anderen Eingabe-Systeme mit einem Digitalrechner, so müssen die Signale einer Tonaufnahme einem Analogrechner zugeführt werden. Vor allem über Zusammenklänge und Klangfarben dürfte diese Methode interessante Erkenntnisse liefern. Besonders effektiv wäre sie dann, wenn Tonaufnahmen mit getrennten Kanälen für jede Stimme zur Verfügung stünden. Veröffentlichungen zur Anwendung der Eingabe elektro-akustischer Signale sind mir noch nicht bekannt.

7.2 Bereits veröffentlichte Eingabe-Methoden

Die folgende Beschreibung verschiedener Eingabe-Methoden kann weder in der Erfassung aller Methoden noch in der Darstellung der angewandten Codes und Verarbeitungsschritte vollständig sein. Sie soll nur einen Überblick über das Vorhandene, d.h. die zugänglichen Veröffentlichungen, vermitteln und grundlegende Unterschiede zu EDM beleuchten. Nicht alle Publikationen belegen die beschriebenen Codes mit Beispielen; einigen der gefundenen Mustercodierungen stelle ich in Abbildung 42 die EDM-Codierung gegenüber.

7.2.1 Ford-Columbia Input Language 97)

Mit dieser von Stefan Bauer-Mengelberg entwickelten Methode können eingegeben werden: Tonhöhen mit Vorzeichen (der Tonname als Zahl codiert, vergleichbar der Variablen LIN in der EDM-Struktur TL), Tondauern (Grundnotenwerte ähnlich wie in EDM codiert, zusammengesetzte Notenwerte als Anbindungen verstanden), Attribute in voller Wortlänge.

Nicht berücksichtigt sind: eigentlich alle komplizierten Vorgänge (z.B. Tondauer über Taktwechsel hinweg, unbestimmte Tonhöhen, überlagernde Taktarten, Interpretation der Attribute). Umständlich erscheint das Verfahren in der Codierung der Tonhöhen und besonders durch die Vermischung verschiedener Informationsarten im Eingabematerial (Angaben allgemein gültiger Art wie Schlüssel, Vorzeichen Takt- und Tempobezeichnungen usw. erscheinen zwischen den Codezeichen der Noten).

Über die Speicherung der eingegebenen Daten liegen keine Angaben vor.

7.2.2 Plaine and Easy Code 98)

Diese Methode scheint auf der Ford-Columbia Input Language aufzubauen, sie stammt von Barry S.Brook.

Statt in Zahlen erfolgt die Eingabe der Tonhöhen nun in den geläufigen Tonnamen. Die Oktavlage wird durch vorangesetzte Kommata angezeigt. Zusammengesetzte Tondauern sind etwas einfacher zu codieren.

Abgesehen von der mnemotechnischen Verbesserung bleiben die gleichen Einwände wie gegen die Ford-Columbia-Sprache bezüglich Unvollständigkeit und Umständlichkeit bestehen.

Über die Verarbeitung der Eingabedaten und die Speicherung des Materials ist auch hier aus den Veröffentlichungen nichts zu erfahren.

7.2.3 ALMA(Alphameric Language for Musical Analysis) 99)

Wie der Name es andeutet, so versuchen M.J.Gould und G.W.Logemann mit ihrer Eingabe-Methode Analysematerial zur Verfügung zu stellen, das alle Untersuchungen gestattet. Mit dem optimalen Ansatzpunkt verquicken die Autoren jedoch einen grundlegenden Fehler, der die ganze Methode entwertet und sie trotz vieler akzeptabler Details als nicht praktikabel erscheinen läßt. Denn unter Eingabe-Daten verstehen die Verfasser nicht nur die Codierung des Notenbildes, sondern auch Interpretationen des Geschriebenen, Fakten aus vorhergegangenen Untersuchungen und Kommentare des Bearbeiters. Eine solche Vermengung der Eingangsdaten mit Analyseanweisungen, also die Vermischung unabhängigen Materials mit abhängigem, hat zwei Nachteile: mit jeder Änderung der Analysebedingungen ist eine neue Durchsicht des Eingabematerials und eine neue Bearbeitung nötig; und die Kontrolle über die Unverfälschtheit des Materials ist beinahe unmöglich. Überdies richteten die Urheber der Eingabemethode das Verfahren daraufhin aus, die Eingabe auch von der Menge her auf die Analyse abzustellen, also nur die Daten einzugeben, die gerade gebraucht werden, wodurch die Vollständigkeit kaum noch feststellbar erscheint.

Da die Abbildung der Notenschrift in mancher Hinsicht zu unbestimmt ist, kommt auch EDM nicht allein mit den Informationen aus dem Notenbild zurecht, sondern muß ergänzende Informationen zulassen, die jedoch durch die strenge Trennung vom eigentlichen Eingabematerial jederzeit leicht zu erkennen und ggf. zu ändern sind.

In der Technik bringt ALMA im Vergleich zum Plaine and Easy Code wesentliche Verbesserungen im mnemotechnischen Sinn, ist aber immer noch zu unübersichtlich und im Falle zusammengesetzter Tondauern geradezu verwirrend. Einige Spezialfälle, wie Kadenzen oder andere Unregelmäßigkeiten im Zeitablauf, werden nicht beachtet. Viel Raum wird der Dokumentation der Attribute gewidmet. Für alle gängigen Bezeichnungen sind genaue Abkürzungen festgelegt, andere, seltene oder neue, können wahrscheinlich nicht eingegeben werden. Zusatzzeichen bestimmen die Gültigkeit der Attribute.

Insgesamt geht die Methode sehr vom Bild der Note aus, weniger von der Bedeutung des Bildes, obwohl doch die Eingabe vor allem der Analyse dienen soll. Über Verarbeitungsschritte und Verfügbarkeit der Daten in der Rechenanlage ist auch hier nichts veröffentlicht.

7.2.4 Eingabe nach R.Jackson und Ph.Bernzott [100)]

Ausgehend von der Annahme, daß nur Zahlen für den Computer geeignet seien, besteht die Methode aus einem umfangreichen Übersetzungskatalog, der die Übertragung musikalischer Begriffe in Zahlen regelt, und ist darum in der Benutzung sehr schwierig.

Für Tondauern ist ein den Einheiten in EDM vergleichbares System gefunden, jedoch wird vom Benutzer die Umrechnung verlangt. Da der kleinste Notenwert als Einheit angenommen wird, sind irreguläre Teilungen nicht darstellbar. Die Tonhöhe ist nur in enharmonischem Sinn definierbar. Attribute werden codiert; inwieweit sie in Analysen einbezogen werden können, ist nicht erfahrbar.

Die Autoren geben auch Teile aus ihren Verarbeitungsprogrammen bekannt, u.a. Algorithmen zum Erkennen der Akkorde (die Eingabekarten müssen in einer Art Partiturform geschrieben werden!) oder zum Auffinden des tiefsten Tons oder zur Projektion aller vorhandenen Tonhöhen in den Raum einer Oktave. Aus den EDM-Dateien sind solche Informationen viel leichter und schneller abzurufen.

7.2.5 A Program for Analytic Reading of Scores [101)]

Obwohl A.Forte eigentlich keine Eingabemethode vorstellt - er benutzt Ford-Columbia -, gehören seine Programme noch in den Rahmen, den EDM aus füllt, denn sie enthalten Schritte zur Errechnung von Detail-Informationen über Tonhöhen und Zusammenklänge, die in den Strukturen TL bzw. TH/ZK bei Anwendung von EDM bereits vorhanden ist.

7.2.6 IML - MIR [102)]

IML(Intermediate Music Language) wurde ca.1965 von M.Kassler

in Princeton geschaffen und von A.Jones und H.S.Howe verbessert, ist also einer der ersten Eingabe-Codes. Obwohl es erklärtes Ziel der Eingabemethode ist, alle Informationen einer Partitur codierbar zu machen, ist der Code nur in relativ einfachen Werken der Niederländer-Zeit belegt; die Bewährung bei klassischen oder noch jüngeren Werken erscheint fraglich. Der Eingabe-Code wurde von M.Kassler später durch ein Programmpaket MIR (Musical Information Retrieval) ergänzt, das einfache statistische Untersuchungen am Material erlaubt. MIR ist wie eine Programmiersprache konzipiert und nur über einen speziellen Compiler zu benutzen. Abgesehen von der Unzulänglichkeit des Eingabecodes IML, dessen Niveau etwa dem des Plaine and Easy Code vergleichbar ist, verhindert allein die Bindung an den Compiler weitere Verbreitung und auch jegliche Weiterentwicklung. EDM vermeidet diesen Fehler; die Programme sind in einer Programmiersprache geschrieben, die nahezu jede größere Rechenanlage übersetzen kann, und sie sind vor allem so offen angelegt, daß sie umgestaltet und beständig erweitert werden können.

Im Vergleich zu den vorher beschriebenen Eingabe-Methoden bietet IML-MIR kaum wesentlich Unterschiedliches und Neues.

7.2.7 WMN (Weiße Mensural-Notation) [103]

N.Böker-Heil konzentriert seine computer-unterstützten Musikanalysen auf die Epoche der weißen Mensuralnotation. Er entwickelte eine streng formatierte Eingabe mit einem sehr genauen Code. Die Qualität seiner Methode scheint zweifelsfrei sehr hoch, wenn man von den Analyse-Ergebnissen [104] auf Eingabe und Verarbeitung zurückschließen darf. Leider ist die Eingabe nicht für die klassische Notation erweiterungsfähig. Umgekehrt vermag jedoch EDM auch die Mensuralnotation zu erfassen, wenn man bei der Codierung die alte Notation in die neue umdenkt oder das Tondauern-Repertoire des EDM-Codes entsprechend ausbaut.

7.2.8 MUSTRAN I/II (Music Translator) [105]

Der Eingabe-Code liegt in zwei Versionen vor. Ich kann mich nur auf Basic Mustran (MUSTRAN I) beziehen, weil darüber eine ausführliche Publikation vorliegt, aber über MUSTRAN II nur wenige Andeutungen zu finden sind.

MUSTRAN-Autor Wenker nennt die Aufgabe seiner Methode: die Notenschrift so in Codezeichen zu übertragen, daß der Computer die Zeichen "lesen" und in die Zahlen "übersetzen" kann, die die Tonhöhen, Tondauern und andere Charakteristika der musikalischen Ereignisse "repräsentieren" [106]. Der Gedanke des Übersetzens der Notenschrift in Zahlen, die den gleichen Inhalt repräsentieren, hätte, konsequent weitergedacht, zu einer Computer-Abbildung der Musik wie in EDM führen können. Man erfährt jedoch (wieder) über die Eingabemethode nur eine Fülle von Codezeichen und auch Beispielcodierungen, nichts aber über die Verwendung und Speicherung der codierten Mitteilungen.

Der Code-Katalog zeugt in erster Linie von großem Fleiß: vom Bild der Note ausgehend, versucht Wenker enzyklopädisch für

alle in der Notenschrift vorkommenden Zeichen eine Codierungsmöglichkeit zu finden. Die Vollständigkeit ist selbstverständlich nicht zu erreichen - von den Schwierigkeiten wegen der ständigen Weiterentwicklung auch der klassischen Notation ganz zu schweigen. Beispielsweise führt Wenker in seinem Katalog ein Zeichen auf, das die Oktavierung (8va---) einer Note anzeigt; die Möglichkeit, die Verbindung kleiner Notenwerte durch Balken zu dokumentieren, hat er nicht. In EDM fehlt ein Zeichen für die Oktavversetzung, da die Schreibung der Tonhöhe in diesem Fall für den Klang völlig belanglos ist; sollte aber die Verwendung von Balken eine Phrasierung mitteilen, d.h. eine Aussage zu Abhängigkeit und Qualität der Töne beinhalten, könnte in EDM über den Attributskatalog die Balkenverbindung festgehalten und qualifiziert werden. Wenkers Neigung zur Vollständigkeit hat schwerwiegende Nachteile, besonders, weil die Codierung mit einem sehr freien Format gekoppelt ist (vgl. 2.4.2). Es entsteht ein immenser Code-Vorrat, mnemotechnisch recht kompliziert und ungünstig im Verhältnis der nötigen Zeichen zur transportierten Informationsmenge. Die Codierungsbeispiele auf Abbildung 42 sprechen für sich. Ich möchte nur wenige kritische Anmerkungen hinzufügen. Warum muß die Tonhöheneingabe auf Dilettanten abgestimmt sein? Noten nach dem C- oder F-Schlüssel sind nämlich so zu codieren, als ob sie im Violinschlüssel stünden. Die tatsächliche Tonhöhe wird durch ein Programm gefunden, das transponieren kann, jedoch nur enharmonisch, durch Abzählen von Halbtonschritten. Warum erfindet Wenker eine passable Akkordeingabe, löst jedoch die lineare Eingabe so umständlich? Zeile für Zeile muß eine Partitur ohne Zusammenhang der Stimmen abcodiert werden. Weshalb müht er sich, für "Micro-Accidentals", d.s. besondere Vorzeichen zur Bestimmung von Tonhöhengraden unterhalb der Vierteltöne, die sich noch gar nicht durchsetzen konnten, Zeichen zu finden, vernachlässigt aber die Codierung von Tondauern derart, daß sogar in einer Beispielcodierung Ungenauigkeiten übrigbleiben? Überlegungen zur Darstellung von Tondauern in der Rechenanlage fehlen völlig.

Von allen Eingabemethoden erreichte bisher wohl MUSTRAN den höchsten Bekanntheitsgrad. Trotzdem kann ich Wenker's "mnemonic, human oriented notation" [107]) ein Optimum an Brauchbarkeit nicht zusprechen, weder für die Maschine, noch für den Menschen.

7.2.9 DARMS [108])

Ursprünglich war DARMS für den automatischen Notendruck gedacht. Dann entwickelte sich daraus eine Verbesserung und Zusammenführung genannter Codes, um schließlich im "Darms Project", einem von S.Bauer-Mengelberg geleiteten Gemeinschaftswerk mehrerer amerikanischer Institute zur Ausarbeitung einer brauchbaren computer-unterstützten Musikanalyse, zu münden.

Die Nachrichten über den Stand des Projekts sind in den Publikationen über DARMS sehr allgemein gehalten und verraten keine Einzelheiten der angewandten Methode. Weder Beispielcodierungen sind zugänglich noch eine Beschreibung der Daten, die die Rechenanlage erzeugt bzw. verarbeitet, weder sind die

Ziele der Musikanalysen, die DARMS ermöglichen soll, zu erfahren noch Ergebnisse aus Analysen.

Der ausführlichste Artikel, DARMS betreffend, von A.B.Wolff, einem Mitarbeiter am Gesamtvorhaben, behandelt Probleme, die sich aus der Mehrdeutigkeit der Notenschrift für die Codierung ergeben [109]. Interessant dabei ist, daß die Bedeutung des notenschriftlichen Zeichens durch einen automatischen "disambiguator" geklärt werden soll, während ich in EDM die Interpretation der Zeichen voll dem Wissenschaftler, der die Methode benutzt, übertrage.

In einem "Status Report" aus dem Jahre 1975 [110] wird ein Abschluß der Arbeiten erst nach Jahrzehnten erwartet. Allein dieser Termin war für mich Grund genug, die Entwicklung einer eigenen Methode früher durchzuführen.

8 ANHANG II
Effektivität der Eingabe-Methode EDM

Die Codierung einer Partitur nach den Normen von EDM erfordert weniger Mühe und Zeitaufwand als das Abschreiben derselben, schätzungsweise die Hälfte davon.

Die Statistik in Abbildung 43 soll das Verhältnis von Code- zu Notenschrift-Zeichen zeigen, gleichbedeutend dem Verhältnis von transportierter Informationsmenge und Zeichenzahl. Die Zahlen sind jedoch nicht Ausdruck des tatsächlichen Aufwands an Mühe und Zeit, da der Schwierigkeitsgrad eines Codes nicht exakt bezifferbar ist, aber die zu leistende Arbeit weitgehend bestimmt.

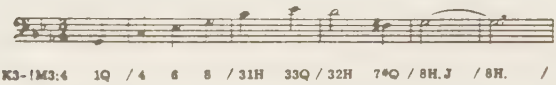
Die meisten Werke, die ausgewertet wurden, sind noch in der Einfach-Codierung der ersten Erprobungsphase übertragen worden. Einige wesentliche Vereinfachungen ergaben sich erst aus der Codierung dieser Werke und sind darum in der Statistik nicht zu finden, d.h. die Zeichenzahl dürfte bei einer Neucodierung um ca. 10% niedriger liegen. Nur die "Musica theoretica" wurde als Beispielcodierung ständig dem neuesten Stand der Eingabemethode angepaßt.

Die Auszählung der Noten in der Partitur ist sicher mit einer gewissen Fehlerquote geschehen. Erfaßt wurde jede geschriebene Note, angebundene Tondauern in der Zahl der geschriebenen Notenköpfe. Von der Ermittlung der Attribute wurde abgesehen, die Zahl der Attribute pro Note lediglich geschätzt.

Abb. 42 Codierungsvergleich anderer Eingabe-Codes mit dem EDM-Code

1. Ford-Columbia

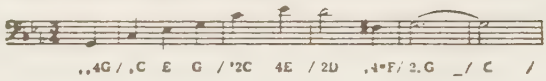
EXAMPLE: Beethoven, 5th Symphony, 3rd movement, cello.



VC; G2|V| ; C3/@E3/G3|=; C4|H; @E4|V; D4|H; #F3|V; G3|H.*H.;

2. Plaine and Easy Code

EXAMPLE: Beethoven, 5th Symphony, 3rd movement, cello.

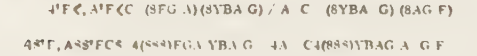


VC; G2|V| ; C3/@E3/G3|=; C4|H; @E4|V; D4|H; #F3|V; G3|H.*H.;

3. ALMA

a

or



b

a F4A3|V| ; F4C4|=; F4/G4/A4/@B4/A4/G4|2A3; A4/C5|V; @B4/A4/G4/A4/G4/F4|2A3;

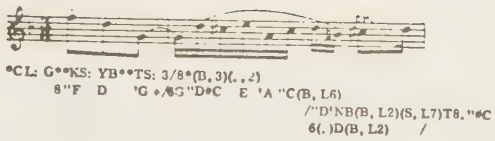
b P|2A3; @B3@B3/#C5A4|=; #C5A4|V*2A3; B4F4|2A3; G3|=;

Leerstelle in Datenabschnitt ATT bedeutet, daß EDM ein Attribut codieren würde, das im Vergleichscode fehlen muß

zu Abb. 42

(3.ALMA)

c



F5|A|.* ; D5|=|.; G4|A*S; D5|S|B7; #C5/E5/A4/#C5/D5/B4|=;
#C5|A.|TROH; D5|S|.;

4.Eingabe-Code Jackson/Bernzott

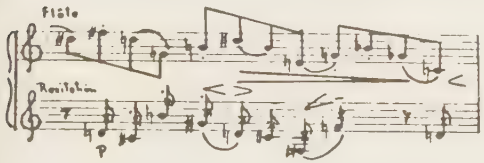
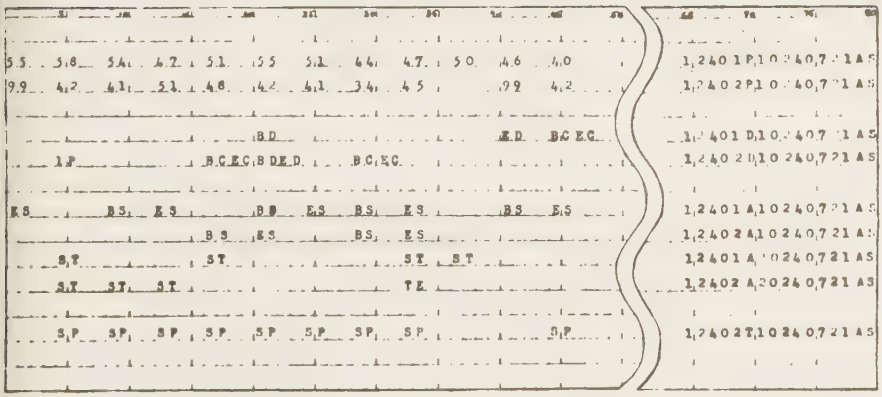


DIAGRAM TWO

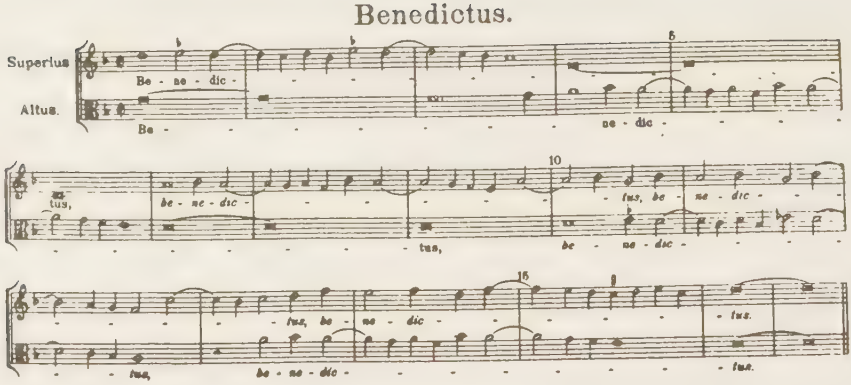


FL ....|B2; #D5|A; #F5|=|.; D5|=|B2; G4=; B4|=|.; #D5|=|B2*>6;
FL B4=; E4|=|B2; G4|=|.; @B4|=|.; @G4|=|B2; C4|=|<;
RZ P|A; D4|=|P*X; #C4/B4|=|.; #G4|.*B2*<; D4|=|>; #C4|=;
RZ #F3|A|B2*<; F4|V|_; P|A; D4|A;

zu Abb. 42

5. (ohne Beispiel)

6. IML - MIR




```
'=COMPOSER JOSQUIN DES PREZ'  '=TITLE MISSA AVE MARIS STELLA'
'=SUBTITLE BENEDICTUS'  '=LINE 1-SUPERIUS 2-ALTUS'
$1$1$ '=CLEF G' '=KEY F' '=TIME (C-) ' D1 ,BE, UE(T)2 ,NE, *LD2 ,DIC,/
D4* C4 D4 B4 UE(T)2 *LD2/ $2$ D2* C4 A1/ $4$ *LD11/ D11*// 'FIRST
ALTUS STAFF FOLLOWS DOUBLE SLASH' $2$1$ '=CLEF C3' '=KEY AT' '=TIME
(C-) ' *UF11 ,BE,/ F11*/ $2$6$ E1. F2/ G1 A2 ,NE, *G2 ,DIC,/ G4* F4
G4 E4 A2 *G2// 'NOTE THAT CLEF AND KEY ARE NOT REPEATED' $1$G$ LC11
,TUS,/ UA1 'ITALICIZED TEXT WILL NOT BE RECORDED' B2 *A2/ A4* G4 A4
F4 B2 *A2/ A2* G4 F4 E2 *A2/ A2* $10$ B2 G2 B2/ A2 B2 G2 *B2// $2$6$
UG2* F4 E4 LD1/ *C11/ C11*/ B11 ,TUS,/ C1 D(T)2 *C2/ $2$11$ C4* B4 C4
A4 DT2 *C2// $1$12$ B2* A4 G4 F2 *C2/ C4* B4 C2 D2 UF2/ E2 F2 LD2 *UF
2/ $1$15$ F2* E4 LD4 C(S)4 D4 UE4 LC4/ *D11/ D11*/// 'SUPERIUS ENDS'
C2* B4 A4 G1/ $2$13$ R2 UG2 A2 *G2/ G4* F4 G4 E4 A2 *G2/ G2* F4 E4
LD1/ *C11/ C11*/// 'THE BENEDICTUS ENDS HERE'
```

```
SU; D5|G||BE; @E5|H||NE; D5|H*H||DIC; C5/D5/@B4|V||-; @E5|H||-;
D5|H*H||-; C5/@B4|V||-; A4|G||-; D4|2G*2G||-; C4|2G||TUS;
A4|??G||BE; @B4|H||NE; A4|H*V||DIC; G4/A4/F4|V||-; @B4|H||-;
A4|H*H||-; G4/F4|V||-; E4|H||-; A4|H*H||-; @B4|H||-; G4|=||TUS;
@B4|H||BE; A4|=||NE; @B4|=||DIC; G4|=||-; @B4|H*H||-; A4/G4/|V||-;
F4|H||-; C5|H*V||-; @B4|?13V2?V||-; C5|H||-; D5|=||TUS;
E5|=||BE; E5|=||NE; F5|=||DIC; D5|=||-; F5|H*H||-;
E5/D5/#C5/D5/E5/#C5|V||-; D5|?16?2G*2G||TUS;
AL; G4|2G||BE; F4|G.||-; G4|H||-; A4|G||-; @B4|H||NE;
A4|H*V||DIC; G4/A4/F4|V||-; @B4|H||-; A4|H*H||-; G4/F4|V||-;
E4|G||-;D4|2G||-; C4|G||TUS; D4|G||BE; @E4|H||NE; D4|H*V||DIC;
C4/D4/@B3|V||-;@E4|H||-; D4|H*H||-; C4/@B3|V||-; A3|G||TUS;
B|?13?H; A4|H||BE;                                  @B4|H||NE;
A4|H*V||DIC; G4/A4/F4|V||-; @B4|H||-; A4|H*H||-; G4/F4|V||-;
E4|G||-;D4|?16?2G||TUS;
```

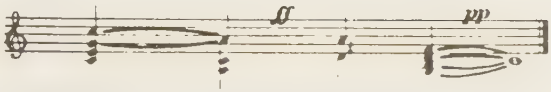
zu Abb. 42

7.WMN (ohne Beispiel)

9. DARMS (ohne Beispiel)

8.MUSTRAN

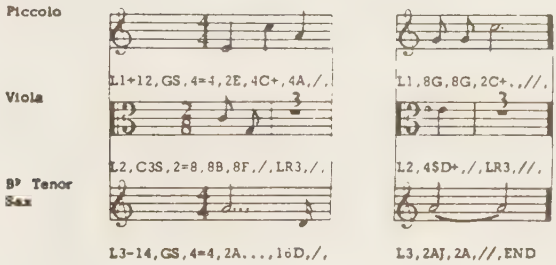
a



GS,4CY4EY4GY4C+,4A-Y4CY4AY4A,WFFW,4DY4RY4RY4A,4G-Y4B-Y4DY4F,
WPPW,1CY1CY1CY1C,//,END

ST1; C5G4|V|B2* ; A4A4|=; A4P|=|FF; F4D4B3G3|=|PP*B2; C4C4C4C4|G;
ST3; G4C4|V| ; C4A3|=; PD4|=|FF;

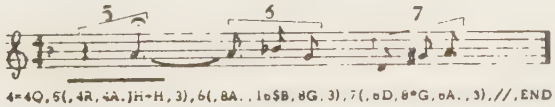
b



PI; E4|H| ; C5/A4|V; G4|A/A; C5|H.;
VA; C4|A_UE:A| ; G3|A; P|3V; ∂E4|V; P|3V;
SB11∂BT; A4|H...| ; D4|S; A4|H*H;

zu: T1 4/4 (Zeitstruktur)
U1 2/8 V V

c

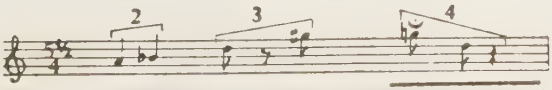


4=4Q,5(,4R,4A.]H+H,3),6(,8A.,16$B,8G.3),7(,oD,8*G,oA.,3),//,END

(mehr-
deutige
Notation)

P|2H5; A4|3H5|FM; E|2A.3; ∂B4|4S6; G4|2A3; D4/#G4|2V7; A4|3V7;

d



GS,5.5=4,2(,4A,4$B,3),3(8D+,8R,8*G+,3),4(,8NG+H-H,8D+,4R,3),/,

(mehr-
deutige
Notation)

A4|3V2| ; ∂B4|=; D5/P/#G5|2A3; G5|3A4|FMU; D5|=; P|3A2;

Abb. 43 Notenschrift und Codierung
Kleine Statistik

Werk:	Brahms 1.Symphonie 1.Satz	Berg Violinkonzert 2.Satz	Bach Contra-punctus 1	Musica theore-tica
Partitur:				
Seiten:	59	49	2	2
Takte	511	230	78	6
Instrumente:	21	28	4	11
Notenzeichen:	14514	7724	1035	289
Pausenzeichen:	6322	3115	93	74
Attribute pro Note:	ca. 0,6	über 1	0	ca. 0,8
Zeichen ohne Attribute:	20836	10839	1128	363
Zeichen incl. Attribute:	ca. 31000	ca.22000	1129	ca. 470
Codierung EDM:				
Zeitstruktur-Karten:	11	94	3	19
Notations-Daten:				
Karten:	2735	2057	113	44
Eingabe-Sätze:	11568	8392	923	1179
Zeichen insgesamt:	218800	164560	9040	3520
Zeichen ohne Endblanks:	165923	121078	7803	2550
Zeichen ohne Endblanks und ohne Label:	144043	104622	6899	2198
Redundante Zeichen:				
Blanks (ohne Endblanks):	41146	24014	1409	382
Satzzeichen (/;|*):	36111	29026	2007	506
Kontrollen:	6443	4446	304	52
Insgesamt:	83700	57486	3720	940
Sinntragende Zeichen:	60343	47136	3179	1258

(Endblanks: Blanks am Ende einer Karte
Label: Kennzeichnung in den ersten acht Spalten
Blanks: Blanks zwischen oder in den Sätzen, die mitgeschrieben werden)

A N M E R K U N G E N

1) Der Ausdruck "exaktwissenschaftlich" ist in Anlehnung an Fucks(1965) gebraucht.
2) Die erste vollendete Komposition mit Hilfe des Computers legten L.A.Hiller und L.M.Isaacson 1957 mit der "Illiac Suite for String Quartet" vor. Vgl. Hiller
3) Bereits 1952 initiierte W.Fucks im Physikalischen Institut der TU Aachen stochastische - zufällige - Musik. "Grundlagen einer stochastischen Musik" entwickelte Y.Xenakis.
Interessant erscheint der Vergleich mit der Definition der Information als "Auswahlfreiheit" durch Hartley. Herrscht nun in der stochastischen Musik ein Höchstmaß an Information oder verhindert gerade die Festschreibung der Zufallswerte jede Auswahlfreiheit, das Tonmaterial betreffend?
4) Zitat nach einem Vortrag G.M.Koenigs am 17.6.76 im Institut für Sonologie der Universität Utrecht.
5) Als Beispiel sei das Kompositionsprogramm MUSPEC genannt (vgl. Citron). Das Programm läßt die Auswahl des Tonmaterials nach mathematisch orientierten Algorithmen zu, bietet aber auch einfache tonale Modelle für Harmonie und Tonfolgen. Eine nachahmende Komposition tschechischer Volksmusik stammt von Sychra (vgl. Hiller, S.94). Sychra analysierte vorher Intervalle und rhythmische Folgen (wahrscheinlich ohne Computer) aus einigen hundert Liedern; eine echte quantitative Analyse, aber wegen technischer Schwierigkeiten (?) auf einstimmige Lieder beschränkt.
6) Mozarts Würfelspiel war schon 1955 Anregung zur Nachahmung und Erweiterung des Verfahrens mit dem Computer (vgl. Hiller, S.47). Wollte Mozart die Musik automatisieren? Oder nicht vielmehr das Automatische, Geistlose in Trivialmusik entlarven?
7) Die zitierten Sätze und andere wie z.B. "So ergibt sich die Forderung nach der Erkenntnis der Struktur eines Kunstwerkes, wobei primär nach dieser Struktur gefragt wird und erst sekundär nach der Einordnung der Strukturen ..." erscheinen heute vielleicht einigermaßen selbstverständlich. Man lese jedoch den ganzen Kongreßbericht von 1949, der den Stand der damaligen Musikwissenschaft widerspiegelt.
8) Kortes Begriff der Information ist nicht zu verwechseln mit dem der Information im Zusammenhang mit dem Inhalt der Musik, wie er in 1.2.31 gebraucht wird. Korte sieht die Struktur eines Werkes als Information für die Wissenschaft.
9) Sehr viele Schriften von Fucks zu musikalischen Themen vor 1965 behandeln das gleiche Problem.
10) z.B. Hultberg
11) z.B. Lincoln
12) z.B. Fiore, Fuller, Gabura
13) vgl. Franke
14) vgl. Brook(1970) Gesamtinhalt

15) Dibelius, S.330
16) S.193, Manuskript
17) S.28
18) Shannon, S.16
19) Ein Versuch der Darstellung unter dem Aspekt der Musiktherapie u.a. in "Musik + Medizin", April 1978.
20) Man denke an die Auseinandersetzungen um die Auswahl der Nachrichten in publizistischen Organen u.a.m.
21) vgl. Anm.60
22) Der Ausdruck "Nachrichtensenke" beinhaltet die Möglichkeit des nicht-nur-intellektuellen Reagierens.
23) Kupfmüller beschäftigte sich mit der Frage der Wahrnehmung und Reaktion. Er kommt zum Schluß: "Über die Vorgänge der Nachrichtenverarbeitung im Organismus ist heute nur sehr wenig bekannt. Diese Vorgänge, die sich im Zentralnervensystem abspielen, sind der Beobachtung nur schwer zugänglich, hauptsächlich wegen der unvorstellbar feingliedrigen Struktur des Zentralnervensystems." (S.1481)
24) Shannon konzentriert sich mehr auf den Weg der Nachrichtenübermittlung. Die Darstellung des Codes bzw. der Code-Schnittmenge zwischen Expedient und Perzipient fehlt in Shannon's Buch.
25) S.12
26) S.11/12 (Einführung)
27) Eco, S.130; Eco spricht von der "Kompetenz des Sprechers", die Variante "Kompetenz des Sprechens" ist durch Eigenheiten der italienischen Sprache sicher gerechtfertigt.
28) Eggebrecht, S.17
29) S.127
30) Bengtsson, S.26
31) Zum Thema Subcodes und denotative Kopplungen vgl. Eco S 130 f.
32) Zum "Verstehen" der Musik vgl. Reinecke(1973)
33) F.Mendelssohn-Bartholdy antwortete einmal auf die Frage nach der "Bedeutung" einiger "Lieder ohne Worte": "Die Leute beklagen sich gewöhnlich, die Musik sei so vieldeutig; es sei so zweifelhaft, was sie sich dabei zu denken hätten, und die Worte verstände doch jeder. Mir geht es aber gerade umgekehrt. Und nicht bloß mit ganzen Reden, auch mit einzelnen Worten; auch die scheinen mir so vieldeutig, so unbestimmt, so mißverständlich im Vergleich zu einer rechten Musik, die einem die Seele erfüllt mit tausend besseren Dingen als mit Worten. Das, was mir eine Musik ausspricht, die ich liebe, sind mir nicht zu unbestimmte Gedanken, um sie in Worte zu fassen, sondern zu bestimmte." (Brief an M.A.Souchay, 15.10.1842; zitiert nach: H.C.Worbs, Mendelssohn Bartholdy, Reinbek 1974, S.113 f.)
34) Eco, S.145 ff.
35) ebd., S.145. Die Parallelen zu Hanslick sind bemerkenswert. "Fragt es sich nun, was mit diesem Tonmaterial ausgedrückt werden soll, so lautet die Antwort: M u s i k a l i s c h e I d e e n. Eine vollständig zur Erscheinung gebrachte musikalische Idee aber ist bereits

selbstständiges Schöne, ist Selbstzweck und keineswegs erst wieder Mittel und Material zur Darstellung von Gefühlen und Gedanken . . . . T ö n e n d b e w e g - t e F o r m e n sind einzig und allein Inhalt und Gegenstand der Musik." (Hanslick, S.32)

36) vgl. Bense, allgemeines Thema der Schrift, und Eco S.106 ff.

37) "Musica est divisio sonorum et vocum varietas et modulatio canendi." (Musik ist die Verteilung der Töne und die Verschiedenheit der Stimmen und die Modulation, d.h. die Melodie, des Singens.) Dieses wenig bekannte Zitat findet sich bei Flaccus Alcuin (Gerbert "Scriptores" I., Traktat "Musica")

38) über Hartley s.u. Maser(1971) S.136
Schwierigkeiten in der Anwendung des Hartley'schen Informationsmaßes auf den musikalischen Bereich ergeben sich u.a. aus der Auffassung, daß das Repertoire der Zeichen "endlich", seine Mächtigkeit bekannt ist (vgl. Kap. 6.2.3). Vielleicht läßt sich sagen, daß Information über das Maß, die Mächtigkeit des bekannten Repertoires hinausgehen muß. Das Maß der "Unvorhersagbarkeit" nimmt Hershburger (Maser(1971) S.137) als Maß der Information.

39) Shannon, S.18 f.

40) Ein schönes Beispiel für die Willkürlichkeit sprachlicher Zeichen sind die bekannten Sätze 'Don Juan kommt heute nacht - Don Juan kommt heute nicht' (Quelle unbekannt).
Begegnet uns ein unbeleuchtetes Kraftfahrzeug in der Dunkelheit, weisen wir durch Lichtzeichen auf den Fehler hin. Was ist das eigentliche Zeichen, was die Bedeutung?

41) Schneider (S.308 f.) wirft Ruwet und Jakobson die Behauptung vor, "daß die Musik ein Zeichensystem sei, das sich selbst bezeichne". Aus den angeführten Zitaten - Beispiel Ruwet: "Sagen wir einfach, daß die Bedeutung (le sens) der Musik nur in der Beschreibung der Musik selbst erscheinen kann. Wenn man unbedingt diese Begriffe (signifiant und signifié, R.S.) gebrauchen will, wird man sagen, daß das signifié (der 'intelligible' oder 'übersetzbare' Aspekt) im Falle der Musik in der Beschreibung des signifiant (dem 'sinnlich wahrnehmbaren' Aspekt) gegeben ist." - läßt sich m.E. diese Interpretation nicht gewinnen. Meine Meinung steht jedoch auch im Gegensatz zu der Ruwets, der die wahrgenommene Ordnung als signifiant annimmt und die Wirkung der wahrgenommenen Ordnung als signifié.

42) Dies trifft z.B. auf die Dichotomie Synchronie und Diachronie zu.

43) Eine Reihe synästhetischer Grundmuster ("patterns") beschreibt z.B. T.McLaughlin.

44) Whorf's "Beiträge zur Metalinguistik und Sprachphilosophie" (Titel: Sprache, Denken, Wirklichkeit) belegen überzeugend die Abhängigkeit der Denkschemata von den vorhandenen Ausdrucksmöglichkeiten.

45) Eco S.129 ff.

46) Ich möchte den Begriff Kombinatorik hier nicht verstanden wissen im Sinne der elementaren Kombinatorik, die von der Summe aller möglichen Verbindungen ausgeht, sondern als Kombinatorik im Sinne der Aussagenlogik.
47) Zur Spontanreaktion Jugendlicher vgl. einschlägige pädagogische Literatur, u.a. Klausmeier, Hartje.
48) S.22
49) S. 127 f.
50) Der Begriff Syntax taucht in der musikwissenschaftlichen Literatur bisher kaum auf, Riemann verwendet ihn in seinem Buch "Musikalische Syntaxis, Grundriß einer harmonischen Satzbildungslehre" (1877). Schneider (S. 307) geht auf Ruwets Begriff "Syntax der Äquivalenzen" ein.
51) nach Maser(1971), S.166
52) In der Datenverarbeitung bezeichnet "Maske" die Identifizierungsregel, die den ungegliederten Nachrichtenstrom interpretiert.
53) Zum Begriff Akzeptabilität Chomsky S.22 ff.
54) Die m.W. umfangreichste Untersuchung von G.Dewey. Hinweise auf das Problem auch in: W.Enninger, Übungen zu einem strukturell-taxonomischen Modell der englischen Grammatik, Tübingen 1976
55) Man kann es sich ersparen, einschlägige Statistiken anzuführen. Symptomatischer ist, am Konzertbetrieb gemessen, die Lage in der Pädagogik. In den Lehrmitteln und in manchen Unterrichtsreihen wird das Thema Neue Musik besonders sorgfältig und umfangreich angeboten; der Lernerfolg, d.h. das Interesse an Neuer Musik ist im Vergleich zu dem an klassischer (sprich: tonaler) Musik äußerst gering. Für Z.Lissa ist das angesprochene Problem nur eine Frage der Zeit (S.233): "Jede Unzugänglichkeit einer musikalischen Sprache gilt nur eine Zeitlang; später wird der neue stilistische Code allgemein bekannt und wird selbst zur Grundlage neuer Schichten der Tradition, bewirkt aber zuvor in immer breiteren Hörerkreisen eine bestimmte Rezeptions-Einstellung. Das ist der Werdegang der Tradition im Entwicklungsprozeß der Kultur." Muß, was für gestern galt, auch für morgen gelten?
56) in: Hase-Koehler, E.v.: Max Reger, Briefe eines deutschen Meisters, Leipzig 1928, 2.Aufl. 1938, S.94; Brief Regers an C.Sander, 17.7.1902
57) F.Busoni, Entwurf einer neuen Ästhetik der Tonkunst, 1906; zitiert nach E.Forneberg(Hrsg.), Musik im Leben III, 5.Aufl., Frankfurt/M. 1973, S.200
58) Als Beispiel diene Brockhoff(1972); vgl. 6.2, S.133 f.
59) Zum Problem der Superzeichenbildung unter verschiedenen Aspekten vgl. Maser(1971), S.121 ff.
60) Zur Rolle der Partitur, ein Werk zu identifizieren, das Verständnis zu erleichtern, auch die Komposition zu beeinflussen, äußert sich Goodman interessant auf S.135.
61) Eingabe Jackson/Bernzott; vgl.7.2.4 und Anm. 84/85
62) Grundlage der Arbeiten zur Struktur ZK ist die traditionelle Harmonielehre, wie sie - trotz mancher, aber im Kern geringer Unterschiede - in den bekannten Lehrbüchern von Halm, Dachs oder Schröder vertreten wird.

Neuere Erscheinungen, wie die Harmonielehren von Keller, Wolpert oder de la Motte gaben Anregungen, änderten jedoch wenig am Reduktionsverfahren; sie sind wichtiger für die eigentlichen Analysen.
Die Benennungen Grundtyp, Akkordtyp, Grundakkord, Umwandlung sind nicht gebräuchlich, aber modellhaft dedacht.

63) Im Anschluß an das Kapitel "Gedanken zu einer musikalischen Syntax" (1.2.32) stellt sich hier die Frage, ob es nicht ein syntaktisch-harmonisches Modell gibt, das allen "akzeptablen" Werken eigen ist.
Ob die Struktur ZK für Untersuchungen im harmonisch-syntaktischen Bereich ausreicht, ist erst nach langer, intensiver Erprobung unter solchen Fragestellungen zu beantworten. Notwendige Ergänzungen dürften sich jedoch unschwer aus dem vorhandenen Konzept weiterentwickeln lassen.

64) Der Quartenakkord wird durch das Programm H3 möglicherweise falsch behandelt; der vierstimmige Quartenakkord kommt in der Barockzeit recht oft als Vorhaltbildung zu einer Umwandlung des Dominantseptakkords vor (Beispiel: C-F-B♭-E♭ vor C-F-A-E♭) und wird - richtig - auf den Akkord C-E♭-F-A zurückgeführt.

65) Dazu Zitat Brockhoff (1949, S.80): "Die Unsicherheit der Methode, die sich in der üblichen Vermischung analytischer und synthetisch-interpretierender Kriterien zeigt, wird ganz merklich bestimmt durch den Umstand, daß es in unserem Fach noch gar nicht zur Ausbildung einer allgemein üblichen Terminologie gekommen ist."

66) Fucks(1965), S.12-19 und S.35-41

67) Stahl; die vielen Analysen zu einstimmiger Musik bleiben unerwähnt.

68) Fucks(1965), Einleitung S.7

69) Das Programm THV kann die Zählung der Tondauern auf bis zu 48 Abstufungen verfeinern. Für die Abbildung kam nur ein grobes Raster in Frage.

70) vgl. Kap. 1.2.32.
Bei Errechnung der Wahrnehmungskapazität wird leider kaum zwischen der Kurzspeicherkapazität (Hinweis bei Maser(1971), S.127) und der Langzeit-(Gedächtnis-) Speicherung unterschieden.
Moles geht auf den Zusammenhang Klangwert - Klangdauer ein (S.147 ff.)

71) Fucks(1965) S.22-32

72) Brockhoff(1972)

73) vgl. Anm.63

74) alle nach Maser(1971, S.144 ff.)

75) Maser(1971, S.153 f.) bezeichnet die Redundanz als den quantitativen Teil der Nachricht, der bei Störungen rekonstruiert werden könnte.

76) Hinweise auf Birkhoff sowohl bei Maser(1971, S.161), Formel: M = O/C, als auch bei Bense (S.55), Formel: M = f(O/C).

77) Bense S.56
Bense setzt Ordnung als "Phänomen der Redundanz" mit der "Wiederkehr des Gleichen, des Bekannten, des Vor-

hersehbaren" gleich, das "durch den entsprechenden Betrag der statistischen Redundanz (R) numerisch gegeben ist". Den Gegenpol sieht er in der Unordnung, "der Entropie, der statistischen Information der aus dem Repertoire selektierten (expedierten) Elemente".

78) An dieser Stelle möchte ich auf Moles hinweisen, der mehrmals, u.a. S.131 ("§5 Gedächtnisfunktion und Bildung von Wahrnehmungsstrukturen") in die gleiche Richtung tendiert, aber selten konkret wird.

79) nach Maser(1971) S.145

80) Hartley nennt Mangel an "Auswahlfreiheit", was Shannon als "Notwendigkeit" bezeichnet. Wieviel Auswahlfreiheit hat ein Komponist während des Schaffens wirklich?

81) Fucks(1965) S.42 ff.

82) Kupper S.5 f.
Kupper versucht in seinem Büchlein vorbereitende quantitative Analysen für die Computer-Komposition zu erklären. Im Prinzip vertritt er die gleichen Forderungen, die ich in Kap. 1.1 darlegte. Er sieht jedoch seine Forderungen zu früh als erfüllt an, denn der Umfang seiner Arbeiten ist wenig zufriedenstellend und nicht erschöpfend.

82) Maser(1971) S.147

84) Jackson(1970); zu Jackson vgl. auch 7.2.4

85) Jackson(1967)

86) Beschreibung bei Franke; die genannte Veröffentlichung von Böker-Heil behandelt nur Prinzipielles zur musikalischen Datenverarbeitung.

87) Fucks(1965) S.33 f.

88) Hindemith S.116 ff.

89) in "Musik um uns 11-13", Hrsg. Binkowski, Hug und Koch, Stuttgart 1973, S.110 und 186

90) Die Akkordsammlung ist Teil eines noch nicht vollendeten Projekts über Hindemiths Harmonik, das die gezeigte Änderung der Tabelle Hindemiths nahelegt. Auch die Akkordgestalten entstanden z.T. nach einer geringfügigen Änderung der Reduktion in H3.

91) Hindemith spricht selbst vom "Wert" eines Klangs, z.B. S.116.

92) Die Dissonanz entsteht aus der Spannung zwischen dem eigentlich dissonanten Ton und dem dissonanzerzeugenden (vgl. 3.243.8 und 5.46); sie läßt sich in keiner spezifischen Tonlage bestimmen.

93) St.Beer, Kybernetik und Mangement, Hamburg 1959; zitiert nach Maser(1971) S.181.

94) z.B. Cantor

95) Welte-Mignon Flügel der Firma Steinway 1904: Das besondere Aufzeichnungssystem mit Papierstreifen konnte die Interpretation von Pianisten auch im klanglich individuellen Bereich (u.a. Dynamik) festhalten und wiedergeben.

96) In Bonn (Universität, Ltg. M.Vogel) entstand ein Keyboard für reine Stimmung. Ein kleiner Computer registriert die gedrückten Tasten, errechnet aus dem harmonischen Vorfeld die vermutlich richtige Funktion des akkords und die Frequenz der Tonhöhen in reiner Stimmung, die sofort realisierbar sind.

97) Bauer-Mengelberg
98) Brook, B.S., The Plaine and Easy Code, in Brook(1970), S.53 ff
99) Gould
100) Jackson(1970,II)
101) Forte
102) Kassler(1964 und 1970)
103) Angaben aufgrund eines Vortrags von Böker-Heil in der Universität Münster im Mai 1976. Einige Beschreibungen bei Franke.
104) Zu Böker-Heil's Programmen gehören u.a. Untersuchungen zu Klangdichte, melische Aktivität, rhythmische Aktivität und Dissonanzdichte.
105) Wenker
106) S.91; Wenkers Wort, die Dinge zu codieren, die die Musik repräsentieren, trifft sich mit meiner Absicht, die Bedeutung des Notenbildes zu codieren und nicht das Bild.
107) Zitat aus einem Bericht über MUSTRAN II in "Computational Musicology Newsletter", 1973, Heft 1, ohne weitere Angaben, S.6 f.
108) Viele kurze Hinweise auf DARMS in verschiedenen Publikationen, vor allem in CHum.; etwas ausführlicher bei R.F.Erickson, "'The Darms Project': A Progress Report" in "Computational Musicology Newsletter", Heft 2, 1975, S.7 f. und bei Wolff
109) Wolff spricht in seinem Bericht viele Probleme an, die ich bei der Entwicklung der Methode EDM auch lösen mußte. DARMS scheint aber für alle auftauchenden Problemfälle eine dezidierte Behandlungsweise zu suchen oder vielleicht auch schon bereitzustellen, während ich die variablen Lösungen vorziehe.
110) R.F.Erickson, "'The DARMS Project': A Status Report", in: CHum, 9.Jg., 1975, S.291-298

LITERATURHINWEISE

Bartsch,R., Lenerz,J. und Ullmer-Ehrich,V.
Einführung in die Syntax
Kronberg/Ts. 1977
Bauer,F.L. und Goos,G.
Informatik
Berlin Heidelberg 1973
Bauer-Mengelberg, S.
The Ford-Columbia Input Language
in: Brook (1970), S.48-62
Bengtsson, I.
"Verstehen" - Prolegomena zu einem semiotisch-hermeneutischen Ansatz
in: Reinecke (1973), S.11-36
Bense, M. (1969)
Einführung in die informationstheoretische Ästhetik
Reinbek 1969
Bloomfield, L.
Language
10.Aufl., London 1969
Böker-Heil, N.
Musikalische Stilanalyse und Computer
in: IGMW, 11, 1972, S.45-50
Brockhoff, M.E. (1949)
Zur Methode musikwissenschaftlicher Analyse
in: IGMW, 4, 1949, S.80-82
Brockhoff, M.E. (1972)
Tritonus und Oktav im Vokalbestand von Richard Wagners "Tristan und Isolde"
Manuskript 1972
Brook, B.S. (1970), Hrsg.
Musicology and the Computer
Flushing New York 1970
Cantor, D.
A Computer Program that accepts common Musical Notation
in: CHum, 6, 1971, S.103-109
Chomsky, N. (1965/1973)
Aspekte der Syntax-Theorie
Frankfurt/M. 1973 (dt.Ausgabe)
CHum s. Computers and the Humanities
Citron, J.P.
MUSPEC
in: Lincoln (1970), S.97-111
Computers and the Humanities
9 Jahrgänge 1966-1975, 11.Jg. 1977
Flushing New York
Damerau, F.J.
The Use of Function Word Frequencies as Indicators of Style
in: CHum, 9, 1975, S.271-280
Dewey, G., Hrsg.
Relativ Frequency of English Speech Sounds
Cambrigde London o.J.
Dibelius, U.
Moderne Musik 1945-1965
München1966

Eco, U. (1968/1972)
Einführung in die Semiotik
München 1972 (dt.Ausgabe)
Eggebrecht, H.H.
Musikalische Analyse (Heinrich Schütz)
in: Musicological Annual, Ljubljana, 1972, S.17-39
Faltin, P. s. Reinecke (1973)
Fiore, M.E.
Webern's Use of Motive in the Piano Variations
in: Lincoln (1970), S.115-122
Forte, A.
A Program for the Analytic Reading of Scores
in: Journal of Music Theory, 10, 1966, S.330-363
Franke, H.W.
Komposition als grafisches Bild
in: VDI nachrichten, 6.8.76, S.12
Fucks, W. (1957)
Gibt es mathematische Gesetze in Sprache und Musik?
in: Umschau, 2, 1957
Fucks, W. (1962)
Mathematische Musikanalyse und Randomfolgen, Musik und Zufall
in: Gravesaner Blätter (Hrsg. Scherchen), VI, 23/24, 1962
Fucks, W. (1963)
Mathematische Analyse von Formalstrukturen von Werken der Musik
Köln, Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes NRW, 124, 1963
Fucks, W. (1964)
Über mathematische Musikanalyse
in: Nachrichtentechnische Zeitschrift, 17/1, S.41-47
Fucks, W. (1965) und Lauter, J.
Exaktwissenschaftliche Musikanalyse
Köln 1965
Fucks, W. (1968)
Nach allen Regeln der Kunst
Stuttgart 1968
Fuhrmeister, M.-L. und Wiesenhütter, E.
Metamusik
München 1973
Fuller, R.
Toward a Theory of Webernian Harmony, via Analysis with a Digital Computer
in: Lincoln (1970), S.123-131
Gabura, A.J.
Music Style Analysis by Computer
in: Lincoln (1970), S.223-276
Goodman, N. (1968/1973)
Sprachen der Kunst
Ein Ansatz zu einer Symboltheorie
Frankfurt/M. 1973 (dt.Ausgabe)
Gould, M.J. und Logemann, G.W.
ALMA: Alphameric Language for Music Analysis
in: Brook (1970), S.57-90

Hanslick, E.
Vom Musikalisch-Schönen
Leipzig 1854, Nachdruck Darmstadt 1965
Hartje, K.
Ansätze des musikalischen Verstehens bei Kindern
in: Reinecke (1973), S.87-103
Heckmann, H. (1967) Hrsg.
Elektronische Datenverarbeitung in der Musikwissenschaft
Regensburg 1967
Hershburger, W.D.
Principles of Communication Systems
New York 1955
Hiller, L.
Music Composed with Computers - A Historical Survey
in: Lincoln (1970), S.42-96
Hindemith, P.
Unterweisung im Tonsatz, Bd.1, Theoretischer Teil
Mainz 1937
Howe, H.S.jr.
Composing by Computer
in: CHum, 9, 1975, S.281-290
Hultberg, W.E.
Transciption of Tabulature to Standard Notation
in: Lincoln (1970), S.288-292
Ingarden, R.
Vom Erkennen des literarischen Kunstwerks
Tübingen 1968
IGMW s. Internationale Gesellschaft für Musikwissenschaft
Internationale Gesellschaft für Musikwissenschaft
Kongreßberichte:
4.Kongreß Basel 1949, ersch. Basel 1949
10.Kongreß Ljubljana 1967, Kassel 1970
11.Kongreß Kopenhagen 1972, Kopenhagen 1972
Jackson, R. (1967)
The Computer as a "Student" of Harmony
in: IGMW, 10, 1967, S.435-440
Jackson, R. (1970)
Harmony before and after 1910 - A Computer Comparison
in: Lincoln (1970), S.132-146
Jackson, R. und Bernzott, P. (Jackson (1970 II))
A Musical Input Language and a Sample Program for Musical Analysis
in: Brook (1967), S.130-150
Kamp, H. und Pudlatz, H.
Einführung in die Programmiersprache PL/I
Braunschweig 1973
Kassler, M. (1964)
MIR, a Simple Programming Language for Musical Information Retrieval
Princeton University 1964
Kassler, M. (1970)
MIR, ... (gleicher Titel wie vorher)
in: Lincoln (1970), S.299-327
Keller, W.
Handbuch der Tonsatzlehre
Regensburg 1957

Klaus, G.
Wörterbuch der Kybernetik
Frankfurt/M. Hamburg 1969
Klausmeier, F.
Jugend und Musik im technischen Zeitalter
Bonn 1963
Koenig, G.M.
Project 2
Univ. Utrecht, Institut für Sonologie, 1965-68
Korte, W.F.
Struktur und Modell als Information in der Musikwissenschaft
in: Archiv für Musikwissenschaft, 1964, S. 1-22
Kupfmüller, K.
Nachrichtenverarbeitung im Menschen
in: Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung (Hrsg. K.Steinbuch), Berlin Göttingen Heidelberg 1962, S.1481-1501
Kupper, H.
Computer und musikalische Komposition
Braunschweig 1970
Lincoln, H.B. (1970) Hrsg
The Computer and Music
Ithaca and London 1970
Lincoln, H.B. (1970 II)
The current State of Music Research and the Computer
in: CHum, 5, 1971, S.29-36
Lissa, Z.
Neue Aufsätze zur Musikästhetik
Wilhelmshaven 1975
Logemann, G.W.
The Canon in the Musical Offering of J.S.Bach: An Example of Computational Musicology
in: Heckmann (1967), S.63-88
McLaughlin, T.
Music and Communication
London 1970
Maser, S. (1970)
Numerische Ästhetik
Stuttgart Bern 1970
Maser, S. (1971)
Grundlagen der allgemeinen Kommunikationstheorie
Stuttgart 1971, 2.Aufl. 1973
Moles, A.A.
Informationstheorie und ästhetische Wahrnehmung
Köln 1971
Morris, W. (1938/1972)
Grundlagen der Zeichentheorie
Ästhetik und Zeichentheorie
München 1972 (dt.Ausgabe)
Motte, D. de la
Harmonielehre
Kassel München 1976
Mozart, W.A.
Musikalisches Würfelspiel
Neudruck Mainz o.J.

Reinecke, H.-P.
Über die Eigengesetzlichkeit des musikalischen Hörens und die Grenzen der naturwissenschaftlichen Akustik
in: Musikalische Zeitfragen, X, S.34-44

Reinecke, H.-P. (1967/1970)
Anwendung informationstheoretischer und korrelationsstatistischer Verfahren für die Analyse musikalischer Strukturen
in: IGMW, 10, 1970, S.430-434

Reinecke, H.-P. (1973) und Faltin, P.
Musik und Verstehen
Köln 1973

Ross, D.jr. und Rasche, R.H.
EYEBALL: A Computer Program for Description of Style
in: CHum, 6, 1972, S.213-221

Schneider, R.
Darstellung und Kritik der Semiotik der Musik
Dissertation Münster 1977

Shannon, C.E. (1949/1973) und Weaver, W.
Mathematische Grundlagen der Informationstheorie
München 1973 (dt.Ausgabe)

Stahl, V.
Informationswissenschaft und Musikanalyse
in: Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaften, 5.2, S.51-58

Wenker, J.
A Computer oriented Music Notation including ethnomusical Symbols
in: Brook (1970), S.91-129

Whorf, B.L.
Sprache, Denken, Wirklichkeit
Reinbek 1963 (dt.Ausgabe)

Winckel, F.
Organische und anorganische Musik
in: Musikalische Zeitfragen, X, S.45-52

Winckel, F.
Experimentelle Musik
Berlin 1970

Wolff, A.B.
Problems of Representation in Musical Computing
in: CHum, 11, 1977, S.3-12

Wolpert, F.A.
Neue Harmonik
Wilhelmshaven 1972

Robert Werner

Lebens- und Bildungsweg

1934	geboren in Eger; Vater Josef Werner, Kulturingenieur, Mutter Emilie Werner, Bundesbahnbeamtin
1940-44	Besuch der Volksschule in Eger
ab 1942	Klavierunterricht
1945-52	Besuch des Humanistischen Gymnasiums in Weiden/Opf.
ab 1948	Organist an der Kirche St.Augustin in Weiden
1952/53	Besuch des Alten Gymnasiums Regensburg, Abitur
1953-56	Studium an der Staatl.Hochschule für Musik in München: Hauptfach Schulmusik, ab 1954 auch Dirigieren bei F.Lehmann
1956/57	Dirigierstudium bei H.Schmidt-Isserstedt an der Hamburger Musikhochschule
1957-62	Engagement an der Städt.Bühne Hagen/Westf. als Solorepetitor, später Assistent des Generalmusikdirektors B.Lehmann
1957	Heirat mit Ursula Hölzner, Gymnasiallehrerin (Musik, Deutsch)
1962-65	Solorepetitor an der Hamburgischen Staatsoper (Intendant R.Liebermann), Assistenz bei Ansermet, Strawinsky, Krenek, Klebe, Stein, Ludwig u.a.
1964	Teilnahme an Sommerkurs in Dirigieren bei L.Somogiy an der Accademia Musicale Chigiana in Siena
1965-68	1.Kapellmeister an den Städt.Bühnen Freiburg i.Br.
1968-71	Musikalischer Oberleiter des Ulmer Theaters (Lösung des Vertrags auf eigenen Wunsch)
WS 1971	Aufnahme des Studiums der Musikwissenschaft in Tübingen
1972-78	Gymnasiallehrer für Musik am Gymnasium der Jugenddorf Christophorusschule Versmold
1972-78	Studium der Musikwissenschaft an der Universität Münster bei M.E.Brockhoff; Nebenfächer Publizistik und Italienisch
ab 1978	Gymnasiallehrer für Musik am Städt.Gymnasium Ahlen